

МИЧИО КАКУ ФИЗИКА НА НЕВЪЗМОЖНОТО

Превод от английски: Антон Даскалов, 2010

chitanka.info

*На моята любяща съпруга Шизу,
на Мишел и Алисън.*

ПРЕДГОВОР

Ако първоначално една идея не звучи абсурдно, няма надежда тя да се осъществи.

Алберт Айнщайн

Ще бъде ли възможно един ден да преминаваме през стени? Да конструираме междузвездни кораби, които да се придвижват със скорост, по-голяма от тази на светлината? Да четем мислите на другите хора? Да ставаме невидими? Да преместваме предмети със силата на мисълта? Да прехвърляме мигновено телата си от една точка в друга?

Откакто се помня тези въпроси винаги са омагьосвали ума ми. Подобно на много други физици, когато пораснах, бях запленил от мисълта за пътуване във времето, за съществуването на лъчеви оръжия, силови полета, паралелни светове и други подобни неща. Магията, фантазията, научната фантастика бяха едно гигантско игрище за моето въображение. Те положиха началото на любовната ми история с невъзможното, която продължава цял живот.

Спомням си как гледах повторенията на старите серии на „Флаш Гордън“^[1] по телевизията. Всяка събота дежурех неотлъчно пред телевизора, дивейки се на приключенията на Флаш, доктор Зарков, Дейл Ардън и на техния смайващ набор от футуристични технологии: ракетни кораби, щитове за невидимост, лъчеви оръжия и градове в небето. Никога не изпусках съответната серия. Програмата разкри пред мен съвсем нов свят. Мисълта, че един ден хората ще летят с ракети до други планети и ще изследват техния причудлив ландшафт, ме изпълваше с трепет. След като бях притеглен в орбитата на тези фантастични изобретения, разбрах, че съдбата ми по някакъв начин е свързана с чудесата на науката, които обещаваха шоуто.

Както се оказа по-късно, не бях единствен. Мнозина изключително талантили учени бяха започнали да се интересуват от науката, след като са били изложени на въздействието на научната

фантастика. Великият астроном Едуин Хъбъл бил запленил от произведенията на Жул Верн. В резултат на четенето на творбите на Верн Хъбъл изоставил обещаващата си кариера в областта на правото и въпреки желанието на баща си, започнал кариера в областта на науката. В крайна сметка станал най-великият астроном на ХХ век. Бележитият астроном и автор на бестселъри Карл Сейгън установил, че прочитът на романите на Едгар Райс Бъроуз, посветени на приключенията на Джон Картър, на Марс, разпалва въображението му. Също като Джон Картър и той мечтаел един ден да изследва пясъците на Марс.

Бях малко дете в деня, в който почина Алберт Айнщайн, но си спомням, че хората говореха приглушено за неговия живот и за смъртта му. На следващия ден видях във вестниците рисунка на бюрото му, на което беше поставен недовършеният ръкопис на най-големия му труд. Задах си въпроса: „Какво би могло да бъде толкова важно, че най-големият учен на нашето време да не може да го довърши?“ В статията се твърдеше, че Айнщайн е имал една невъзможна мечта, че е бил изправен пред проблем, който е бил толкова труден, че не е било възможно простосмъртен да го разреши. Потрябвах ми години, за да установя на какво е бил посветен ръкописът — на една грандиозна, обединяваща „теория на всичко“. Неговата мечта — която погълнала последните три десетилетия от живота му — ми помогна да съсредоточа въображението си. Искях по някакъв незначителен начин да стана част от усилията да бъде завършен трудът на Айнщайн, да бъдат обединени законите на физиката в една-единствена теория.

Докато растях, започнах да осъзнавам, че макар и Флаш Гордън да беше героят и винаги да получаваше момичето, учените са били тези, които в действителност са станали причина действието в телевизионния сериал да се развива по този начин. Без доктор Зарков нямаше да има ракетен кораб, нямаше да има пътешествия до Монго, нямаше Земята да бъде спасена. Ако оставим настрана театралниченето, без науката нямаше да има научна фантастика.

Започнах да осъзнавам, че тези приказки бяха просто невъзможни от гледна точка на замесените научни данни. Те бяха само полет на въображението. Израстването водеше до изоставянето на

подобни фантазии. Казвах ми, че в истинския живот човек трябва да се откаже от невъзможното и да се захване с практичното.

Но аз стигнах до заключението, че ако реша да остана обсебен от невъзможното, то ключът към решаването на проблема се крие в царството на физиката. Ако не разполагам със здрава основа във висшата физика, винаги само ще изказвам хипотези за футуристичните технологии, без да разбирам дали те са възможни или не. Осъзнах, че трябва да се потопя във висшата математика и да изуча теоретичната физика. Именно това и направих.

Докато учех в гимназията, сглобих атомен ускорител в гаража на мама, за да направя проект, който да бъде представен на научно изложение. Отидох в компанията „Уестингхаус“ и събрах 400 фунта (ок. 200 кг) стомана за скрап. На Коледа навих медна жица с дължина 22 мили (ок. 33 км) на футболното поле на гимназията. Накрая конструирах 2,3-милионен електронно-волтов бетатронов акселератор на частици, който изразходваше 6 киловата енергия (цялата мощност на къщата ни) и генерираше магнитно поле, което беше 20 000 пъти по-силно от магнитното поле на Земята. Целта ми беше да генерирам сноп гама-лъчи, който да бъде достатъчно мощен, за да създаде антиматерия.

Моят проект за научното изложение ме отведе на Националното научно изложение и накрая сбъдна мечтата ми, като ми спечели стипендия за Харвард, където можех най-сетне да преследвам целта си да стана специалист по теоретична физика и да вървя по стъпките на моя ролеви модел Алберт Айнщайн.

Днес получавам имейли от научни фантасти и филмови сценаристи, които ме молят да им помогна да направят по-интересни своите приказки, като изследвам границите на законите на физиката.

„НЕВЪЗМОЖНОТО“ Е ОТНОСИТЕЛНО

Като физик научих, че „невъзможното“ често е относително понятие. Спомням си, че докато растях, един ден моята учителка отиде при картата на Земята, която беше окачена на стената, и посочи бреговата линия на Южна Америка и на Африка. „Не е ли странно съвпадение — каза тя, — че двете брегови линии прилепват една към друга почти така, както парченца от пъзел?“

Тя каза още, че някои учени са изказвали хипотезата, че може би те някога са били част от един и същ, огромен континент. Но това е глупаво! Никоя сила не би могла да раздели двата гигантски континента. Така тя стигна до заключението, че подобна мисъл е невъзможна.

Малко по-късно през същата година учихме за динозаврите. „Не е ли странно — каза ни нашият учител, — че динозаврите са господствали на Земята в течение на милиони години, а след това един ден поголовно са изчезнали? Никой не знаеше защо са загинали. Някои палеонтолози смятали, че може би някакъв метеор от Космоса ги е погубил, но това е невъзможно. Подобно твърдение е възможно само в царството на научната фантастика.“

Днес знаем, че континентите наистина се движат посредством тектониката на плочите и че преди 65 милиона години най-вероятно гигантски метеор с диаметър от шест мили (ок. 11 км) действително е унищожил динозаврите и голяма част от живота на Земята. През моя кратък живот наблюдавах неколккратно как привидно невъзможното се превръща в установен научен факт. Затова нима е невъзможно да си представим, че един ден бихме могли да бъдем в състояние да се телепортираме от едно място на друго или да конструираме междузвезден кораб, който някога ще ни откара при звезди, отстоящи на светлинни години разстояние от нас?

Обикновено днешните физици биха сметнали подобни изключителни постижения за невъзможни. Биха ли могли те да станат възможни в рамките на няколко века? Или след десет хиляди години, когато технологиите ще бъдат по-напреднали? Или след един милион години? Казано другояче, ако се наложи някак си да влезем в контакт с цивилизация, която е един милион години по-развита от нашата, то дали нейната ежедневна технология няма да ни прилича на „магия“? По същество това е един от основните въпроси, който разглеждам в тази книга: „Нима само защото нещо е «невъзможно» днес, то ще остане невъзможно и след стотици или милиони години?“

Като се има предвид забележителният напредък в науката през последното столетие, особено създаването на квантовата теория и общата теория на относителността, сега е възможно да се направят груби оценки на това кога някои от тези фантастични технологии могат да бъдат реализирани, ако това изобщо някога стане. С появата

на още по-модерни теории като струнната теория, дори идеи на границата на научната фантастика като пътуването във времето и паралелните светове днес биват преоценявани от физиците. Върнете се мислено преди 150 години при тези технологични разработки, които са били обявени за „невъзможни“ от учените по онова време и които днес са станали част от нашия ежедневен живот. През 1865 г. Жул Верн написал роман, озаглавен „Париж през XX век“, който бил заключен в чекмедже и забравен за повече от век, докато не бил открит случайно от неговия праправнук и не бил публикуван за първи път през 1994 година. В него Верн предсказал как би могъл да изглежда Париж през 1961 година. Неговият роман бил пълен с технологии, които очевидно били смятани за невъзможни през XIX век. Това били световната комуникационна мрежа, стъклените небостъргачи, автомобилите с газова уредба и високоскоростните влакове, пътуващи по релсов път, издигнат над улиците.

Не е учудващо, че Верн е успял да направи толкова поразително точни предсказания, тъй като той се бил потопил в света на науката, използвайки идеите на учените около него. Дълбокото вникване в основите на науката му позволило да направи толкова изумителни предсказания.

За съжаление някои от най-големите учени на XIX в. застанали на противоположното мнение и обявили някои технологии за напълно невъзможни. Лорд Келвин, може би най-видният физик от Викторианската епоха (той е погребан до Исак Нютон в Уестминстърското абатство), обявил, че „по-тежките от въздуха“ апарати като аероплана например са невъзможни. Той смятал, че рентгеновите лъчи са измама и че радиото няма бъдеще. Лорд Ръдърфорд, който открил ядрото на атома, отхвърлил възможността за конструиране на атомна бомба, като я нарекъл „фантасмагория“. Химиците на XIX в. обявили търсенето на философския камък — вълшебно вещество, което може да превръща оловото в злато, за задънена улица в науката. Химията през XIX в. се основавала на фундаменталната неизменяемост на елементи като оловото. Но с помощта на днешните атомни ускорители по принцип можем да превръщаме оловните атоми в златни. Помислете си как биха изглеждали на хората в началото на XIX в. днешните телевизори, компютри и интернет!

Ако става дума за събития, протекли по-наскоро, черните дупки някога са били смятани за научна фантастика. През 1939 г. самият Айнщайн написал статия, в която „доказвал“, че черните дупки никога не биха могли да се образуват. Днес обаче космическият телескоп „Хъбъл“ и рентгеновият телескоп „Чандра“ са открили хиляди черни дупки в Космоса.

Причината, поради която тези технологии са били смятани за „невъзможни“, е, че основните закони на физиката и науката не са били известни през XIX и в началото на XX век. Като се вземат предвид огромните празнини в разбирането на науката по онова време, особено на атомно равнище, не е чудно, че подобни разработки са били смятани за невъзможни.

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НЕВЪЗМОЖНОТО

По ирония на съдбата сериозното изследване на невъзможното често е разкривало съществуването на богати на находки и напълно неочаквани области на науката. Например в течение на векове обезсърчителното и безплодно търсене на „машина с вечен двигател“ накарало физиците да стигнат до заключението, че такава машина е невъзможна, което ги принудило да постулират запазването на енергията и трите закона на термодинамиката. Така безплодният стремеж за конструиране на машини с вечен двигател спомогнал за откриването на съвсем новото поле на термодинамиката, което до известна степен положило основата на парната машина, на епохата на машините изобщо и на модерното индустриално общество.

В края на XIX в. учените решили, че е „невъзможно“ възрастта на Земята да достига милиарди години. Лорд Келвин заявил категорично, че разтопената Земя би се охлаждала между 20 и 40 милиона години, противоречейки на геолозите и дарвинистите сред биолозите, които твърдели, че възрастта на Земята би могла да бъде милиарди години. Накрая за невъзможното било доказано, че е възможно след откриването на ядрената сила от мадам Кюри и други учени, което показало как центърът на Земята, след като бъде нагорещен от радиоактивния разпад, би могъл наистина да бъде поддържан в разтопено състояние в продължение на милиарди години.

Пренебрегваме невъзможното на наш риск. През 20-те и 30-те години на XX в. Робърт Годард — бащата на модерната ракетна

техника, бил подложен на силна критика от тези, които смятали, че ракетите никога не биха могли да се придвижват в открития космос. Те нарекли саркастично неговото занимание „Глупостта на Годард“. През 1921 г. издателите на „Ню Йорк Таймс“ се надсмели над труда на доктор Годард: „Професор Годард не е чувал за връзката между стимула и реакцията, и за необходимостта от съществуване на нещо по-добро от вакуума, с което да се влезе в реакция. На него, изглежда, му липсват основните познания, получавани ежедневно в гимназиите.“ Издателите му заявили подигравателно, че ракетите са невъзможни, защото в открития космос няма въздух, с който те да влизат в съприкосновение. За съжаление един държавен глава осъзнал последствията от „невъзможните“ ракети на Годард — и това бил Хитлер. През Втората световна война германският преграден огън от „невъзможните“ за конструиране ракети „Фау-2“ излял дъжд от смърт и разруха над Лондон, като едва не го поставил на колене.

Изследването на невъзможното безспорно е променило хода на световната история. През 30-те години на ХХ в. било широко разпространено убеждението, споделяно дори от Айнщайн, че атомната бомба е „невъзможна“. Физиците знаели, че дълбоко във вътрешността на атомното ядро е заключено огромно количество енергия, според уравнението на Айнщайн $E=mc^2$, но енергията, отделена от едно-единствено ядро, била прекалено незначителна, за да бъде взета под внимание. Но атомният физик Лео Сцилард си спомнил, че е чел романа на Хърбърт Уелс от 1914 г. — „Освободеният свят“, в който Уелс предсказвал разработването на атомната бомба. Писателят твърдял в книгата, че тайната на атомната бомба ще бъде разкрита от един физик през 1933 година. По някаква случайност Сцилард попаднал на тази книга през 1932 година. След като получил импулс от романа през 1933 г., точно по времето, което било предсказано от Уелс преди около две десетилетия, на него му хрумнала идеята да усили мощта на един-единствен атом чрез верижна реакция, така че енергията от разцепването на едно-единствено ураново ядро да може да бъде увеличена трилиони пъти. След това Сцилард предприел поредица от ключови експерименти и стартирал тайни преговори между Айнщайн и президента Франклин Рузвелт, които щели да доведат до създаването на „Проекта Манхатън“, в резултат на който била конструирана атомната бомба.

Отново и отново се убеждаваме, че изучаването на невъзможното е разкрило съвсем нови перспективи, които изтласкват границите на физиката и химията и принуждават учените да дефинират наново това, което те имат предвид под „невъзможно“. Както е казал някога сър Уилям Ослър: „Философиите на една епоха са се превърнали в абсурдите на следващата, а вчерашната глупост се е превърнала в утрешната мъдрост.“

Много физици са готови да се подпишат под известния афоризъм на Т. Х. Уайт, който писал в „Някогашният и бъдещият крал“: „Всичко, което не е забранено, е задължително!“ Във физиката през цялото време откриваме доказателства за това. Ако няма закон на физиката, който да предотвратява категорично протичането на ново явление, накрая установяваме, че той съществува. (Това се е случвало няколко пъти при търсенето на нови субатомни частици.^[2] Чрез проучването на границите на това, което е забранено, физиците често са откривали неочаквано нови закони на физиката.) Естествен извод от твърдението на Т. Х. Уайт може да бъде: „Всичко, което не е невъзможно, е задължително!“

Например космологът Стивън Хокинг се опита да докаже, че пътуването във времето е невъзможно, като открие нови закони на физиката, които биха забранявали това, което той нарече „хипотеза за защита на хронологията“. За съжаление след дългогодишна усилена дейност той не успя да докаже правотата на този принцип. На практика се случи точно обратното — днес физиците демонстрираха, че законът, който предотвратява пътуването във времето, се намира отвъд обхвата на днешната математика. И така, тъй като няма закон на физиката, който да предотвратява съществуването на машини на времето, физиците трябва да гледат много сериозно на възможността за тяхното съществуване.

Целта на тази книга е да обсъди кои от технологиите, които са смятани за „невъзможни“ днес, след десетилетия или столетия могат да станат част от всекидневието.

Днес се оказва, че вече е възможна една „невъзможна“ технология: понятието телепортация (поне на атомно равнище). Само преди няколко години физиците щяха да кажат, че изпращането или прехвърлянето на даден обект от една точка в друга нарушава законите на квантовата физика. Всъщност създателите на най-ранния

телевизионен сериал „Стар Трек“ били толкова засегнати от критиката на физиците, че добавили „Хайзенбергови компенсатори“, за да обяснят съществуването на своите телепортатори с цел да отстранят всякакви недостатъци. Днес, благодарение на един скорошен пробив, физиците могат да телепортират атоми от единия край на стаята в другия или пък фотони под река Дунав!

ПРЕДСКАЗВАНЕ НА БЪДЕЩЕТО

Винаги е било малко опасно да се правят предсказания, особено пък за събития, предстоящи да се случат след стотици или хиляди години. Физикът Нилс Бор обичал да казва: „Много трудно е да се правят предсказания. Особено за бъдещето.“ Но има една фундаментална разлика между времето на Жул Верн и настоящето. Днес фундаменталните закони на физиката биват разбирани в основата си. Днес физиците разбират основните закони, които обхващат зашеметяващите четиридесет и три вида величини, като се започне от вътрешността на протона и се стигне до разширяващата се вселена. В резултат на това физиците могат да посочат с основателна увереност какви биха могли да бъдат основните очертания на бъдещите технологии и да прокарат по-добре разликата между тези технологии, които просто звучат невероятно, и тези, които са действително невъзможни.

Затова в тази книга дяля на три категории нещата, които са „невъзможни“.

Първата от тях е това, което наричам **„Клас I на невъзможните неща“**. Това са технологии, които днес са невъзможни, но не нарушават известните закони на физиката. Затова биха могли да станат възможни в модифицирана форма през този век или може би през следващия. Те включват телепортацията, антиматерийните двигатели, някои форми на телепатия, психокинеза и невидимост.

Втората категория е това, което наричам **„Клас II на невъзможните неща“**. Това са технологии, които се намират на самата граница на нашето разбиране на материалния свят. Ако изобщо са възможни, биха могли да бъдат реализирани след хиляди или милиони години. Те включват машините на времето, възможността за хиперпространствено пътуване и пътуването през червеите-дупки.

Последната категория е това, което наричам „Клас III на невъзможните неща“. Това са технологии, които нарушават известните закони на физиката. За учудване е, но има много малко такива невъзможни технологии. Ако наистина се окажат възможни, те биха довели до фундаментална промяна в разбирането ни за физиката.

Чувствам, че тази класификация е важна, защото твърде много технологии, описани в научната фантастика, биват отхвърляни от учените като напълно невъзможни, докато в действителност това, което учените искат да кажат, е, че те са невъзможни за примитивни цивилизации като нашата. Посещенията от извънземни например обикновено биват смятани за невъзможни, тъй като разстоянията между звездите са прекалено големи. Въпреки че междузвездното пътуване е очевидно невъзможно за нашата цивилизация, то може да се окаже възможно за цивилизация, която е изпреварила в развитието си нашата с векове, хиляди или милиони години. Затова е толкова важно да бъдат класифицирани такива „невъзможни неща“. Технологиите, които са невъзможни за нашата сегашна цивилизация, не са непременно невъзможни за други типове цивилизации. Учените, чиито твърдения за това кое е възможно и кое невъзможно, трябва да вземат предвид технологиите, които ни изпреварват с хилядолетия или милиони години.

Преди време Карл Сейгън писа: „Какво означава твърдението, че дадена цивилизация е на един милион години? От няколко десетилетия разполагаме с радиотелескопи и космически кораби. Нашата техническа цивилизация е на няколкостотин години... Една високоразвита цивилизация, чиято възраст достига милиони години, е толкова далеч от нас, колкото и ние сме отдалечени от някое дребно маймуноподобно същество или дори от някой макак.“

В моето изследване аз съсредоточавам професионално вниманието си върху опита да завърша мечтата на Айнщайн за една „теория на всичко“. Що се отнася до мен, смятам за твърде въодушевяваща работата върху една „окончателна теория“, която може в крайна сметка да даде отговор на няколко от най-трудните „невъзможни“ въпроси в днешната наука от рода на този дали е възможно пътуването във времето, какво има в центъра на една черна дупка или какво се е случило преди Големия взрив. Все още си мечтая за моята любовна история с невъзможното, която продължава вече цял

живот, и се питам кога и дали някои от тези невъзможни неща биха могли да влязат в категорията на вещите за всекидневна употреба.

[1] Американски фантастичен сериал с елементи на екшън и приключения от 30-те и 80-те години на миналия век. — Б.р. ↑

[2] Причината, поради която това е вярно, се крие в квантовата теория. Когато прибавим всички възможни квантови корекции към една теория (скучен процес, наречен „ренормализация“), откриваме, че явления, които са били забранени преди това на класическо равнище, се появяват отново при изчислението. Това означава, че ако нещо не бъде забранено изрично (от един закон за запазването например), в такъв случай то отново се появява в теорията, когато бъдат добавени квантови корекции. ↑

Благодарности

Съдържанието на тази книга обхваща много области и дисциплини подобно на работата на ред изтъкнати учени. Бих искал да благодаря на следните личности, които любезно ми отделиха част от времето си за дълги интервюта, консултации и интересни, стимулиращи разговори:

Леон Ледърман, Нобелов лауреат, Технологичния институт в Илинойс.

Мъри Гел-Ман, Нобелов лауреат, Института в Санта Фе и Кал Тек.

Покойния Хенри Кендал, Нобелов лауреат, МТИ (Масачузетския технологичен институт).

Стивън Уайнбърг, Нобелов лауреат, Тексаския университет в Остин.

Дейвид Грос, Нобелов лауреат, Института по теоретична физика „Кейвли“.

Франк Вилчек, Нобелов лауреат, МТИ.

Джоузеф Ротблат, Нобелов лауреат, болницата „Сейнт Бартоломю“.

Уолтър Джилбърт, Нобелов лауреат, Харвардския университет.

Джералд Едълман, Нобелов лауреат, Изследователския институт „Скрипс“.

Питър Дохърти, Нобелов лауреат, Изследователската болница „Сейнт Джуд'с Чилдрън“.

Джаред Даймънд, носител на наградата „Пулицър“, Университетския колеж в Лос Анджелис.

Стан Лий, създател на „Марвъл Комикс“ и Спайдърмен.

Брайън Грийн, Колумбийския университет, автор на „Еlegantната вселена“.

Лиза Рандал, Харвардския университет, автор на *Warped Passages*.

Лоурънс Крос, Западния университет „Кейс“, автор на *Physics of Star Trek*.

Дж. Ричард Гот III, Принстънския университет, автор на *Time Travel In Einstein's Universe*.

Алан Гът, МТИ, автор на *Inflationary Universe*.

Джон Бароу, физик, Кеймбриджкия университет, автор на *Impossibility*.

Пол Дейвис, физик, автор на *Superforce*.

Леонард Зюскинд, физик, Станфордския университет.

Джоузеф Ликън, физик, Националната лаборатория „Ферми“.

Марвин Мински, МТИ, автор на *Society of Minds*.

Рей Кърцуайл, изобретател, автор на *The Age of Spiritual Machines*.

Родни Брукс, директор на Лабораторията за изкуствен интелект към МТИ.

Ханс Моравец, автор на *Robot*.

Кен Кросуел, астроном, автор на *Magnificent Universe*.

Дон Голдсмит, астроном, автор на *Runaway Universe*.

Нийл де Грас Тайсън, директор на планетариума „Хейдън“, Ню Йорк.

Робърт Киршнер, астроном, Харвардския университет.

Фулвия Мелия, астроном, Университета в Аризона.

Сър Мартин Рийс, Кеймбриджкия университет, автор на *Before the Beginning*.

Майкъл Браун, астроном, Кал Тек.

Пол Джилстър, автор на *Centauri Dreams*.

Майкъл Лимоник, старши научен издател на списание „Тайм“.

Тимоти Ферис, Калифорнийския университет, автор на *Coming of Age in the Milky Way*.

Покойния Тед Тайлър, конструктор на американски ядрени бойни глави.

Фрийман Дайсън, Института за напреднали изследвания, Принстън.

Джон Хорган, Технологичния институт „Стивънс“, автор на *The End of Science*.

Покойния Карл Сейгън, Корнелския университет, автор на „Космос“.

Ан Друян, вдовица на Карл Сейгън, Космос Студиос.

Питър Шуорц, футуролог, основател на Глобал Бизнес Нетуърк.

Алвин Тофлър, футуролог, автор на „Третата вълна“.

Дейвид Гудстейн, заместник-ректор на Кал Тек.

Сет Лойд, МТИ, автор на *Programming the Universe*.

Фред Уотсън, астроном, автор на *Star Gazer*.

Саймън Сингх, автор на *The Big Bang*.

Сет Шостак, института СЕТИ.

Джордж Джонсън, научен журналист, работещ в „Ню Йорк Таймс“.

Джефри Хофман, МТИ, астронавт в NASA.

Том Джоунс, астронавт в NASA.

Алан Лайтман, МТИ, автор на *Einstein's Dreams*.

Робърт Забрин, основател на обществото „Марс“.

Дона Шърли, програмата „Марс“ на NASA.

Джон Пайк, GlobalSecurity.org.

Пол Сафоу, футуролог, Института за бъдещето.

Луис Фрийдман, съосновател на Планетарното общество.

Дениъл Уъртхаймър, SETI@home, Калифорнийския университет в Бъркли.

Робърт Цимерман, автор на *Leaving Earth*.

Марша Бартушак, автор на *Einstein's Unfinished Symphony*.

Майкъл Х. Саломон, програмата на NASA „Отвъд Айнщайн“.

Джоф Андерсън, Американската военновъздушна академия, автор на *The Telescope*.

Бих искал също да благодаря на моя агент Стюарт Кричевски, който бе на моя страна през всичките тези години, като се грижеше за всичките ми книги, а също и на моя издател — Роджър Шол, чиято здрава ръка, ясна преценка и издателски опит напътстваха създаването на толкова много от книгите ми. Бих искал също да благодаря на моите колеги от Градския колеж на Ню Йорк и Центъра за следдипломна квалификация на Градския университет на Ню Йорк, особено на В. П. Неър и Дан Грийнбъргър, които щедро дариха от времето си, за да провеждаме дискусии.

ЧАСТ I
КЛАС I НА НЕВЪЗМОЖНИТЕ НЕЩА

1. СИЛОВИ ПОЛЕТА

1. Когато един изтъкнат, но възрастен учен твърди, че нещо е възможно, той почти със сигурност е прав. Когато твърди, че нещо е невъзможно, твърде вероятно е той да греши.

2. Единственият начин да се открият границите на възможното е да бъде поет рискът да се измине малко път покрай тях и да се навлезе в невъзможното.

3. Всяка достатъчно напреднала технология е неразграничима от магията.

Трите закона на Артър Ч. Кларк

„Вдигнете щитовете!“

В безброй епизоди на „Стар Трек“ това е първата заповед, която капитан Кърк изревава на екипажа, вдигайки силовите полета, за да защити междузвездния кораб „Ентърпрайс“ от вражеския огън.

Силовите полета в „Стар Трек“ са толкова жизненоважни, че ходът на битката може да бъде преценен от начина, по който бива вдигнато силовото поле. Всеки път, когато силовите полета губят от мощността си, „Ентърпрайс“ получава нови и нови опасни удари в корпуса си, докато накрая капитулацията стане неизбежна.

Така че какво представлява едно силово поле? В научната фантастика това е измамно просто: тънка, невидима, но непроницаема преграда, способна да отразява и лазерните лъчи, и ракетите. На пръв поглед едно силово поле изглежда толкова лесно осъществимо, че неговото създаване като щит на бойното поле изглежда предстоящо. Човек би очаквал, че един ден някой енергичен изобретател ще обяви създаването на защитно силово поле. Но истината е далеч по-сложна.

По същия начин, по който електрическата крушка на Едисон е революционизирала модерната цивилизация, едно силово поле би могло да повлияе много във всеки аспект на нашия живот. Военните биха могли да използват силовите полета, за да станат неуязвими,

създавайки щит, непроницаем за вражеските снаряди и куршуми. Мостове, магистрали за ускорен трафик и пътища на теория биха могли да бъдат построени, като просто бъде натиснато едно копче. Цели градове биха могли да изникнат мигновено в пустинята, като небостъргачите им бъдат изградени изцяло от силови полета. Силови полета, издигнати над градовете, биха могли да дадат възможност на техните жители да модифицират по свое желание ефектите от силните ветрове, снежни виелици и торнада. Градове биха могли да бъдат изградени на океанското дъно под безопасния балдахин на едно силово поле. Стъклото, стоманата и хоросанът биха могли да бъдат заменени изцяло.

Но колкото и да е странно, силовото поле е може би едно от най-трудните за създаване устройства в лабораторни условия. Всъщност някои физици са убедени, че в действителност то може да е невъзможно без модифициране на неговите свойства.

МАЙКЪЛ ФАРАДЕЙ

Понятието силови полета произхожда от труда на големия британски учен от XIX в. Майкъл Фарадей.

Фарадей се родил в работническо семейство (баща му бил ковач) и едва свързвал двата края като чирак книговец в началото на XIX век. Младият Фарадей бил запленил от невероятните пробиви при разкриването на мистериозните свойства на две нови сили: електричеството и магнетизма. Той поглъщал жадно цялата литература, посветена на тези теми, до която можел да се добере, и посещавал лекциите на професор Хъмфри Дейви в Кралския институт в Лондон.

Един ден професор Дейви увредил сериозно зрението си по време на злополучен химичен опит и наел Фарадей за свой секретар. Фарадей започнал да печели бавно доверието на учените в Кралския институт и те му разрешили да провежда важни собствени експерименти, въпреки че често го обиждали. С течение на времето професор Дейви започнал да проявява все по-силна ревност към яркия талант, демонстриран от младия му асистент, който бил изгряваща звезда в кръговете на експериментаторите, като накрая засенчил славата и на самия Дейви. След смъртта на Дейви през 1829 г. Фарадей получил възможност да направи поредица от поразителни пробиви,

които довели до създаването на генератори, които щели да захранват с енергия цели градове и да променят посоката на развитие на световната цивилизация.

Ключът към най-големите открития на Фарадей били неговите „силови полета“. Ако човек постави железни стружки над магнит, може да установи, че те създават модел, подобен на паяжина, който изпълва цялото пространство. Това са силовите линии на Фарадей, които представят нагледно как силовите полета на електричеството и магнетизма се разполагат в пространството. Ако човек изобрази графично магнитните полета на Земята например, може да установи, че линиите се излъчват от северния полярен регион и след това се оттеглят на Земята в южния полярен регион. Подобно на това, ако човек трябва да изобрази графично електрическите полеви линии на стълба на една мълния по време на гръмотевична буря, би установил, че силовите линии се съсредоточават на върха на стълба на мълнията. Според Фарадей празното пространство изобщо не е празно, а е изпълнено със силови линии, които биха могли да накарат далечните обекти да се движат. (Тъй като младостта на Фарадей била белязана от бедност, той бил пълен невежа в областта на математиката и в резултат на това бележниците му са пълни не с уравнения, а с ръчно рисувани диаграми на тези силови линии. По ирония на съдбата липсата на обучение по математика го е накарала да създаде красивите диаграми на силовите линии, които днес могат да бъдат видени във всеки учебник по физика. В науката едно материално изображение често е по-важно от математиката, използвана за неговото описание.)

Историците са изказвали различни хипотези относно това какво е довело Фарадей до откриването на силовите полета, едно от най-важните понятия в цялата наука. Всъщност цялата модерна физика е написана на езика на полетата на Фарадей. През 1851 г. той направил ключовия пробив, свързан със силовите полета, които променили завинаги цивилизацията. Един ден прокара детски магнит над намотка на жица и забелязал, че е в състояние да генерира електрически ток в жицата, без дори да я докосва. Това означавало, че невидимото поле на магнита би могло да блъска електроните в една жица от единия край на празното пространство до другия, създавайки ток.

„Силовите полета“ на Фарадей, които преди това били смятани за безполезни, неизползваеми драскулки, били реални материални сили, които можели да движат предметите и да генерират енергия. Днес светлината, която използвате, за да прочетете тази страница, вероятно се изпълва с енергия от откритието на Фарадей в областта на електромагнетизма. Един въртящ се магнит създава силово поле, което блъска електроните в жица, карайки ги да се движат под формата на електрически ток. Това електричество в жицата после може да се използва, за да запали електрическа крушка. Същият този принцип се използва за генериране на електричество за захранването с енергия на градовете по света. Водата, която тече от едната до другата страна на един язовир например, кара един огромен магнит в турбина да се върти, като след това блъска електроните в жица, образувайки електрически ток, който бива изпращан по високоволтови жици в нашите домове.

С други думи, силовите полета на Майкъл Фарадей са силите, които движат модерната цивилизация, като се започне от електрическите булдозери и се стигне до днешните компютри, интернет и айподите.

Силовите полета на Фарадей са били източник на вдъхновение за физиците в продължение на столетие и половина. Айнщайн се вдъхновил толкова от тях, че написал теорията си за гравитацията на езика на силовите полета. Аз също се вдъхнових от работите на Фарадей. Преди години изложих сполучливо струнната теория на езика на силовите полета на Фарадей, като по този начин създадох теорията на струнното поле. Сред физиците, когато някой казва: „Той мисли като силова линия“, това звучи като голям комплимент.

ЧЕТИРИТЕ СИЛИ

През последните две хиляди години едно от върховните постижения на физиката е било изолирането и определянето на четирите сили, които ръководят Вселената. Всички те могат да бъдат описани на езика на полетата, въведени от Фарадей. За съжаление, обаче, нито една от тях не притежава напълно свойствата на силовите полета, описвани в научната фантастика. Тези сили са следните:

1. *Гравитация* — безмълвната сила, която държи краката ни за земята, пречи на Земята и на звездите да се разпаднат и крепи в едно

цяло Слънчевата система и Галактиката. Без гравитацията щяхме да се разлетим от Земята в Космоса със скоростта от 1 000 мили (ок. 1 609 км) в час от въртящата се планета. Проблемът се състои в това, че гравитацията притежава диаметрално противоположните свойства на силовото поле, обект на научната фантастика. Гравитацията привлича, а не отблъсква. Тя е изключително слаба, ако говорим за връзките между обектите, и действа на огромни астрономически разстояния. С други думи, тя е почти пълна противоположност на плоската, тънка и непроницаема преграда, за която човек може да прочете в научнофантастичните романи или да види в научнофантастичните филми. Например цялата планета Земя е необходима за привличането на едно перце към пода, но ние можем да противодействаме на земното притегляне, като вдигнем перцето с пръсти. Действието на нашите пръсти може да противодейства на притеглянето на цяла планета, която тежи повече от шест трилиона трилиона килограма.

2. *Електромагнетизмът* (ЕМ) — силата, която осветява нашите градове. Лазерите, радиото, телевизията, модерната електроника, компютрите, интернет, електричеството, магнетизмът — всички те са следствия от електромагнитната сила. Това е може би най-полезната сила, впрягана някога на работа от хората. За разлика от гравитацията тя може и да привлича, и да отблъсква. Но има няколко причини, поради които е неподходяща да играе ролята на силов поле. Първо, тя може да бъде неутрализирана лесно. Пластмасите и другите изолационни материали например могат да проникват лесно в силно електрическо или магнитно поле. Парче от пластмаса, хвърлено в магнитно поле, би преминало право през него. Второ, електромагнетизмът действа на големи разстояния и не може да бъде съсредоточен лесно върху една плоскост. Законите на електромагнитната сила са описани с уравненията на Джеймс Кларк Максуел и тези уравнения, изглежда, не допускат силовите полета като решения.

3. & 4. *Слабата и силната ядрена сила*. Слабата сила е силата на радиоактивния разпад. Това е силата, нагорещяваща центъра на Земята, който е радиоактивен. Това е силата, която стои зад вулканите, земетресенията и континенталния дрейф. Силната ядрена сила крепи в едно цяло ядрото на атома. Енергията на Слънцето и звездите произлиза от ядрената сила, която е отговорна за осветяването на

Вселената. Проблемът се състои в това, че ядрената сила е сила с малък обхват, която действа предимно на разстояние от едно ядро. Тъй като е свързана до такава степен със свойствата на ядрата, е изключително трудно да бъде манипулирана. Понастоящем единствените способности за манипулиране на тази сила, с които разполагаме, са разпръсването на субатомните частици в атомните ускорители или взривяването на атомни бомби.

Въпреки че силовите полета, обект на научната фантастика, може би не се подчиняват на известните закони на физиката, все още има вратички, които биха могли да направят възможно създаването на такова силово поле.

Първо, може да има пета сила, която все още не е наблюдавана в лабораторни условия. Такава сила би могла например да действа на разстояние от няколко инча (десетина сантиметра) до няколко фута (един или няколко метра), а не на астрономически разстояния. (Първоначалните опити за измерване на присъствието на подобна пета сила обаче са дали отрицателни резултати.)

Второ, може да се окаже възможно използването на плазма за имитирането на някои от свойствата на едно силово поле. Плазмата е „четвъртото състояние на материята“. Твърдите тела, течностите и газовете съставят трите познати състояния на материята, но най-разпространената форма на материя във Вселената е плазмата, която представлява газ от йонизирани атоми. Тъй като атомите на плазмата са разпръснати, като електроните им са откъснати от атома, атомите са заредени електрически и могат да бъдат манипулирани лесно от електрически и магнитни полета.

Плазмата е най-изобилната форма на видимата материя във Вселената. Тя съставя Слънцето, звездите и междузвездния газ. Плазмата не ни е позната, тъй като се среща много рядко на Земята, но можем да я наблюдаваме във формата на мълнии, на Слънцето и във вътрешността на нашите плазмени телевизори.

ПЛАЗМЕНИТЕ ПРОЗОРЦИ

Както беше отбелязано по-горе, ако един газ бъде нагорещен до достатъчно висока температура, като по този начин бъде създадена плазма, тя може да бъде моделирана и да ѝ бъде придадена формата на лист или прозорец. Освен това този „плазмен прозорец“ може да бъде

използван за отделянето на вакуум от обикновения въздух. По принцип човек би могъл да бъде в състояние да предотврати изпускането на въздух в рамките на един междузвезден кораб в Космоса, като по този начин създаде подходяща, прозрачна разделяща повърхнина между Космоса и междузвездния кораб.

В сериала „Стар Трек“ подобно силово поле се използва за отделянето на совалковото отделение, съдържащо малка совалка, от вакуума на открития космос. Това не само е интелигентен начин за спестяването на пари за подпори, но е и устройство, което е възможно.

Плазменият прозорец е бил изобретен от физика Абу Хершковиц през 1995 г. в Брукхайвънската национална лаборатория в Лонг Айлънд, Ню Йорк. Той го разработил, за да реши проблема как да заварява метали с използването на електронни лъчи. Ацетиленовата горелка на оксигениста използва силна струя от горещ газ, за да разтопява и след това да заварява металните парчета в едно цяло. Но сноп лъчи от електрони може да споява металите по-бързо, по-чисто и по-евтино от обичайните методи. Проблемът, създаван от заваряването с електронен лъч обаче, се състои в това, че то трябва да се извършва във вакуумна среда. Това изискване е прекалено неудобно, тъй като означава, че трябва да бъде създадена вакуумна кутия, която може да бъде голяма колкото цяла стая.

Доктор Хершковиц изобретил плазмения прозорец, за да реши този проблем. Висок само 3 фута (ок. 90 см) и достигащ диаметър по-малко от един фут (по-малко от 30 см), плазменият прозорец нагорещява газа до 12 000 градуса по Фаренхайт (6 649°C), създавайки плазма, която е обвита от електрически и магнитни полета. Тези частици упражняват налягане, както става във всеки газ, което пречи на въздуха да нахлуе във вакуумната камера, като по този начин отделя въздуха от вакуума. (Когато човек използва газа аргон в плазмения прозорец, той свети в синьо, подобно на силовото поле в „Стар Трек“.)

Плазменият прозорец има широки приложения за пътуването в Космоса и индустрията. Много често промишлените процеси се нуждаят от вакуум, за да извършват микропроизводство и сухо гравирание за индустриални цели, но работата във вакуум може да струва скъпо. С помощта на плазмения прозорец човек може да разполага с вакуум с натискането на едно копче.

Но може ли плазменият прозорец да бъде използван и като непроницаем щит? Може ли той да издържи въздействието на изстрел от оръдие? В бъдещето човек може да си представи плазмен прозорец с много по-голяма мощ и температура, който ще бъде достатъчен за повреждането или изпаряването на пристигащите метателни оръжия. Но за да създаде по-реалистично силово поле, подобно на това, което се среща в научната фантастика, човек би се нуждаел от комбинация от няколко технологии, подредени на слоеве. Всеки слой сам по себе си не би могъл да бъде достатъчно здрав, за да спре едно гюле, но съчетанието от тях може да се окаже достатъчно.

Външният слой би могъл да бъде един свръхзареден плазмен прозорец, нагорещен до температури, които да бъдат достатъчно високи за изпаряването на метали. Вторият слой би могъл да представлява завеса от високоенергийни лазерни лъчи. Тази завеса, съдържаща хиляди пресичащи се лазерни лъчи, би създала решетка, която би нагорещила обектите, преминаващи през нея, като би ги изпарила ефективно. Ще разгледам въпроса за лазерите в следващата глава.

И зад тази лазерна завеса човек би могъл да си представи решетка, направена от „въглеродни нанотръби“ — миниатюрни тръби от отделни въглеродни атоми с дебелина от един атом, които са в пъти по-здрави от стоманата. Въпреки че настоящият световен рекорд за дължината на една въглеродна нанотръба е само 15 мм, човек може да си представи, че ще настъпи денят, когато ще бъдем в състояние да създаваме въглеродни нанотръби с произволна дължина. Допускайки, че въглеродни нанотръби могат да бъдат изтъкани във формата на решетка, те биха създали екран с огромна здравина, способен да отблъсква повечето обекти. Екранът би бил невидим, тъй като всяка въглеродна нанотръба има големината на атом, но решетката от въглеродни нанотръби би била по-здрава от всеки обикновен материал.

Така, посредством комбинация от плазмен прозорец, лазерна завеса и екран от въглеродни нанотръби човек би могъл да си представи създаването на невидима стена, която е почти непроницаема за повечето способности за проникване.

Но дори този многослоен щит не би проявил напълно всичките свойства на силовото поле от научната фантастика — тъй като би бил

прозрачен и следователно — неспособен да спре лазерен лъч. По време на бой с лазерни оръдия многослойният щит би бил безполезен.

За да спре един лазерен лъч, щитът трябва да разполага с модернизирана форма на „фотохроматика“. Това е процесът, използван в слънчевите очила, които потъмняват сами при излагане на ултравиолетово излъчване. Фотохроматиката се основава на молекули, които съществуват в поне две състояния. В едното състояние молекулата е прозрачна. Но когато бъде изложена на ултравиолетово излъчване, тя мигновено се променя и преминава във втората форма, която е матова.

Един ден бихме могли да бъдем в състояние да използваме нанотехнология, за да произведем вещество, яко колкото въглеродните нанотръби, което променя своите оптични свойства, когато бъде изложено на лазерна светлина. По този начин един щит би спрял лазерен взрив, както и лъч от частици или оръдеен огън. Понастоящем обаче фотохроматика, която може да спре лазерни лъчи, не съществува.

МАГНИТНА ЛЕВИТАЦИЯ

В научната фантастика силовите полета имат още едно предназначение освен отразяването на взривове, предизвикани от лъчеви оръжия, и то е да служат като платформа за преодоляване на притеглянето. Във филма „Завръщане в бъдещето“ Майкъл Дж. Фокс се вози на „ховърборд“, който прилича на скейтборд във всички отношения, като изключим това, че се носи във въздуха над улицата. Подобно антигравитационно устройство е невъзможно, ако се вземат предвид законите на физиката такива, каквито ги познаваме днес (както ще видим в десета глава). Но усилените магнитно ховърбордове и ховърколи биха могли да се превърнат в реалност в бъдеще, което би означавало, че ще сме способни да караме по наше усмотрение големи обекти да летят. В бъдеще, ако „свръхпроводниците със стайна температура“ се превърнат в реалност, човек би бил в състояние да кара обектите да летят, използвайки мощността на магнитни силови полета.

Ако поставим две магнитни пръчки една до друга, като северните им полюси бъдат един срещу друг, двата магнита се отблъскват. (Ако завъртим магнита така, че северният му полюс се намира близо до южния полюс на другия, то тогава двата магнита се

привличат.) Същият този принцип, че северните полюси се отблъскват взаимно, може да бъде използван за повдигането на огромни тежести от земята. Няколко нации вече произвеждат модернизирани влакове, използващи магнитна левитация (маглев влакове), които се носят малко над железопътните релси, използвайки обикновени магнити. Тъй като няма триене, те могат да поддържат рекордни скорости, носейки се над въздушна възглавница.

През 1984 г. първата в света автоматизирана маглев система за търговски цели започна работа в Обединеното кралство, движейки се от международното летище на Бирмингам до близката Бирмингамска международна железопътна гара. Маглев влакове бяха произведени и в Германия, Япония и Корея, макар че повечето от тях не са били проектирани да достигат високи скорости. Първият маглев влак с търговско приложение, който развива високи скорости, е първата действаща частична (ПДЧ) демонстрационна линия в Шанхай. Най-високата развивана върху нея скорост е 268 мили (ок. 500 км) в час. Японският маглев влак в префектурата Яманаши е достигнал скорост от 561 мили (ок. 1 000 км) в час, което означава, че е много по-бърз от обикновените влакове на колела.

Но тези маглев устройства са изключително скъпи. Един начин за повишаване на ефективността би било използването на суперпроводници, които губят каквото и да е електрическо съпротивление, когато бъдат охладени до стойности, близки до абсолютната нула. Суперпроводимостта е била открита през 1911 г. от Хейке Онес. Ако някои вещества бъдат охладени до стойности под 20 К (келвина) над абсолютната нула, се губи каквото и да е електрическо съпротивление. Обикновено, когато понижим температурата на един метал, неговото съпротивление намалява постепенно. (Това се дължи на произволни вибрации на атома, които пречат на течението на електроните в жица. Чрез понижаването на температурата тези произволни движения биват намалени и вследствие на това електрическият ток тече с по-слабо съпротивление.) Но за най-голяма изненада на Онес той установил, че съпротивлението на някои материали спада рязко до нулата при критична температура.

Физиците моментално оценили значението на този резултат. Енергийните линии губят значително количество енергия от транспортирането на електричество на дълги разстояния. Но ако бъде

отстранено всякакво съпротивление, електрическата енергия би могла да бъде предавана от една точка в друга почти безплатно. Всъщност, ако електрическият ток бъде накаран да се движи в една намотка на жица, той ще се движи в нея милиони години без каквото и да е намаляване на енергията. Нещо повече, с малко усилия биха могли да бъдат направени магнити с невероятна мощ от тези поразително силни електрически токове. С помощта на такива магнити човек би могъл да повдига с лекота огромни товари.

Въпреки всички тези чудодейни мощности проблемът, създаван от суперпроводимостта, се състои в това, че е много скъпо да потопяваш големи магнити във вани със свръхохладена течност. Нужни са огромни охладителни инсталации за поддържането на течностите в свръхизстудено състояние, което прави възпиращо скъпи свръхпроводящите магнити.

Но един ден физиците може би ще бъдат в състояние да създадат „свръхпроводник със стайна температура“ — Светия Граал на физиците на твърдите тела. Изобретяването на свръхпроводници със стайна температура в лабораторни условия би сложило началото на втора индустриална революция. Силните магнитни полета, способни да повдигат коли и влакове, биха станали толкова евтини, че кръженето на колите във въздуха би могло да стане приемливо от икономическа гледна точка. С помощта на свръхпроводниците със стайна температура фантастичните летящи коли, наблюдавани в „Завръщане в бъдещето“, „Специален доклад“ и „Междузвездни войни“, биха могли да се превърнат в реалност.

По принцип човек би могъл да носи колан, направен от свръхпроводящи магнити, който би му дал възможност да се отдели без усилие от земята. С помощта на такъв колан човек би летял във въздуха като Супермен. Свръхпроводниците със стайна температура са толкова забележителни, че се появяват в много научнофантастични романи (като тези от поредицата „Пръстенов свят“, написани от Лари Нивън през 70-те години на XX век).

В продължение на десетилетия физиците са търсели безуспешно свръхпроводници със стайна температура. Това е бил скучен, безсистемен процес на тестване на един материал подир друг. Но през 1986 г. бил открит нов клас вещества, наречени „свръхпроводници със стайна температура“, които стават свръхпроводници при около 90

градуса над абсолютната нула, или 90 К, пораждайки сензация в света на физиката. Впечатлението било такова, сякаш били отворени шлюзове. Месец подир месец физиците се надпреварвали да чупят следващия световен рекорд за откриване на свръхпроводник. За един кратък момент изглеждало така, сякаш възможността да съществуват свръхпроводници със стайна температура ще изскочи от страниците на научнофантастичните романи и ще нахлуе в нашите всекидневни. Но след няколко години придвижване с главоломна скорост изследването на високотемпературните свръхпроводници започнало да забавя ход.

Понастоящем световният рекорд за високотемпературен свръхпроводник се държи от едно вещество, наречено живачно-талиев-бариев-калциев-меден оксид, който става свръхпроводящ при 158 К (-135°C). Тази сравнително висока температура все още е далеч от стайната. Но този 158 К рекорд все още е важен. Азотът се втечнява при 77 К, а течният азот струва почти толкова, колкото обикновеното мляко. Вследствие на това обикновеният течен азот може да се използва за охлаждането на тези високотемпературни свръхпроводници, и то на много ниска цена. (Разбира се, свръхпроводниците със стайна температура не биха се нуждаели от каквото и да е охлаждане.)

Доста смущаващ е фактът, че в момента няма теория, която да обяснява свойствата на тези високотемпературни свръхпроводници. На практика Нобелова награда очаква предприемчивия физик, който може да обясни как действат високотемпературните свръхпроводници. (Те се състоят от атоми, подредени на отделни слоеве. Много физици изказват теоретичното предположение, че това наслояване на керамичния материал прави възможно свободното течение на електрони в рамките на всеки слой, което води до създаването на свръхпроводник. Но все още е загадка как точно става това.)

Поради липсата на знания по въпроса физиците за съжаление прибегват до една безсистемна процедура за търсене на нови високотемпературни свръхпроводници. Това означава, че приказните свръхпроводници със стайна температура могат да бъдат открити утре, следващата година или пък изобщо няма да бъдат открити. Никой не знае кога или дали ще бъде намерено подобно вещество.

Но ако бъдат открити свръхпроводници със стайна температура, може да бъде отприщана приливна вълна от търговски приложения.

Магнитни полета, които са милион пъти по-мощни от магнитното поле на Земята (което е 0,5 гауса), може да станат част от ежедневието.

Едно общо свойство на свръхпроводимостта се нарича ефект на Майснер. Ако поставите магнит над свръхпроводник, магнитът ще се издигне във въздуха така, сякаш е държан горе от някаква невидима сила. (Причината за ефекта на Майснер е, че магнитът оказва следния ефект — той създава „огледално-образен“ магнит в рамките на свръхпроводника, така че първоначалният и огледално-образният магнит се отблъскват взаимно. Друг начин да проумеем това е, че магнитните полета не могат да проникнат в свръхпроводник. Вместо това те биват отстранени. Затова, ако един магнит бъде държан над свръхпроводник, неговите силови линии биват отблъснати от свръхпроводника, а след това те бутат нагоре магнита, карайки го да левитира.)

Използвайки ефекта на Майснер, човек може да си представи бъдеще, в което шосетата са направени от тази специална керамика. След това магнити, поставени в нашите колани или облекло, биха ни дали възможност да се носим по някакъв вълшебен начин във въздуха към крайната ни цел без никакво триене или загуба на енергия.

Ефектът на Майснер действа само върху магнитни материали като металите. Но също така е възможно да бъдат използвани свръхпроводящи магнити и за издигането във въздуха на немагнитни материали, наречени парамагнетици и диамагнетици. Тези вещества сами по себе си не притежават магнитни свойства. Те придобиват магнитните си свойства само в присъствието на външно магнитно поле. Парамагнетиците биват привлечени от външен магнит, докато диамагнетиците биват отблъснати от външен магнит.

Водата например е диамагнетик. Тъй като в състава на всички живи същества има вода, те могат да левитират в присъствието на силно магнитно поле. В магнитно поле с мощност около 15 тесла (30 000 пъти по-силно от полето на Земята) учените са накарали да левитират малки животни като жабите например. Но ако свръхпроводниците със стайна температура се превърнат в реалност, трябва да се окаже възможно левитирането и на немагнитни обекти посредством тяхното диамагнитно свойство.

В заключение можем да кажем, че силовите полета такива, каквито са описани обикновено в научната фантастика, не

съответстват на описанието на четирите сили във Вселената. Все пак може да се окаже възможно имитирането на много от свойствата на силовите полета чрез използването на многослоен щит, състоящ се от плазмени прозорци, лазерни завеси, въглеродни нанотръби и фотохроматика. Но разработването на подобен щит може да продължи много десетилетия или дори век. А ако е възможно да бъдат открити свръхпроводници със стайна температура, човек би могъл да използва силни магнитни полета, за да издига във въздуха коли и влакове и да ги кара да се реят така, както в научнофантастичните филми.

Като се вземат предвид тези съображения, бих класифицирал силовите полета като спадащи към Клас I на невъзможните неща — т.е. като нещо, което е невъзможно от гледна точка на днешната технология, но е възможно да бъде реализирано в модифицирана форма в рамките на един-два века.

2. НЕВИДИМОСТ

*Не можеш да разчиташ на очите си, когато
възображението ти не е съсредоточено.*

Марк Твен

В „Стар Трек IV: Пътешествието към дома“ един клингонски боен кръстосвач е отвлечен от екипажа на „Ентърпрайс“. За разлика от междузвездните кораби на Федеративния междузвезден флот междузвездните кораби на Клингонската империя притежават секретно „прикриващо устройство“, което ги прави невидими за светлината или радара и затова клингонските кораби могат да се промъкват зад междузвездните кораби на Федерацията и да ги нападат безнаказано от засада. Това прикриващо устройство е осигурило на Клингонската империя стратегическо предимство над Федерацията на планетите.

Дали наистина е възможно подобно устройство? Невидимостта отдавна е била едно от чудесата на научната фантастика и фантазията, като се започне от страниците на „Невидимия“ и се стигне до вълшебната мантия невидимка в книгите за Хари Потър или до пръстена във „Властелинът на пръстените“. Обаче в течение на поне един век физиците са отхвърляли възможността за съществуването на мантии невидимки, заявявайки категорично, че те са невъзможни. Те нарушават законите на оптиката и не се съгласуват с нито едно от известните свойства на материята.

Но днес невъзможното може да стане възможно. Новите разработки в областта на „метаматериалите“ принуждават учените да направят пълна ревизия на учебниците по оптика. Действащи прототипи на подобни материали са били създадени наистина в лабораторни условия, разпалвайки силен интерес в медиите, индустрията и военните към възможността видимото да бъде накарано да стане невидимо.

НЕВИДИМОСТТА В ИСТОРИЧЕСКИ ПЛАН

Невидимостта е може би една от най-старите общи представи в древната митология. От началото на писмената история хора, които били сам-самички в злоещите ноци, се плашели от невидимите духове на мъртвите, от душите на отдавна починалите, които се спотаяват в мрака. Гръцкият герой Персей успял да убие злата Медуза, тъй като бил с шлема на невидимостта. Армейски генерали мечтаели за невидимо прикриващо устройство. Ако станел невидим, човек можел да проникне лесно зад вражеските линии и да плени врага с изненадващо нападение. Престъпниците биха могли да използват невидимостта, за да извършват успешни грабежи.

Невидимостта играла главна роля в теорията на Платон за етиката и морала.^[1] В своя философски шедьовър „Държавата“ Платон разказва мита за пръстена на Гигес. Бедният, но честен овчар Гигес от Лидия влязъл в скрита пещера и намерил гробница, в която имало труп, носещ златен пръстен. Гигес открил, че този златен пръстен притежава вълшебната способност да го прави невидим. Скоро овчарят се опиянил от властта, която му дал пръстенът. Промъкнал се в царския дворец, използвал своята власт, за да съблазни царицата и с нейна помощ убил царя и станал следващият владетел на Лидия.

Моралът, който Платон искал да извлече от този мит, е, че никой човек не може да устои на изкушението да бъде в състояние да краде и убива по своя воля. Всички хора могат да се покварят. Нравствеността е социално сложно идейно образувание, наложено отвън. Един човек може да изглежда морален пред обществеността, за да поддържа своята репутация на честен и почтен човек, но щом се сдобие със способността да става невидим, употребата на подобна способност би била неустойима. (Някои смятат, че тази приказка за нравствеността е била източник на вдъхновение за трилогията на Дж. Р. Р. Толкин „Властелинът на пръстените“, в която един пръстен, даряващ невидимост на своя носител, също е източник на зло.)

Невидимостта е и често срещан сюжетен похват в научната фантастика. В сериала „Флаш Гордън“. Флаш става невидим, за да избяга от стрелящата по него ескадра на Минг Безмилостния. В романите и филмите за Хари Потър Хари си намята специална мантия, която му позволява да скита из замъка „Хогвортс“, без да го виждат.

Х. Дж. Уелс е придал конкретна форма на голяма част от тази митология в своя класически роман „Невидимия“, в който един учен в

областта на медицината случайно открива тази способност на четвъртото измерение и става невидим. За съжаление той използва тази фантастична възможност за лична изгода, извършва поредица от дребни престъпления и накрая загива по време на отчаян опит да се изплъзне на полицията.

УРАВНЕНИЯТА НА МАКСУЕЛ И ТАЙНАТА НА СВЕТЛИНАТА

Едва след работата в тази област на шотландския физик Джеймс Кларк Максвел, един от гигантите във физиката през XIX в., физиците започнали да разбират ясно законите на оптиката. В известен смисъл Максвел е пълна противоположност на Майкъл Фарадей. Докато Фарадей притежавал превъзходен експериментален инстинкт, но нямал каквото и да е официално образование — Максвел, който бил съвременник на Фарадей, бил експерт по висша математика. Той изпъкнал още като студент по математическа физика в Кеймбридж, където Исак Нютон бил работил преди два века.

Нютон бил създал математическия анализ, който получавал израз на езика на „диференциалните уравнения“ и който описва как обектите претърпяват лесно безкрайно малки промени в пространството и времето. Движението на океанските води, на течностите, газовете и гюлетата може да бъде изразено на езика на диференциалните уравнения. Максвел си поставил една ясна цел — да изрази революционните открития на Фарадей и неговите силови полета посредством точни диференциални уравнения.

Максвел започнал с откритието на Фарадей, че електрическите полета биха могли да се превръщат в магнитни полета и обратно. Той взел описанията на силовите полета от Фарадей и ги пренаписал на прецизния език на диференциалните уравнения, създавайки по този начин една от най-важните поредици от уравнения в модерната наука. Това е поредица от осем страховити на вид диференциални уравнения. Всеки физик и инженер в света трябва да се поти над тях, докато учи за електромагнетизма в гимназията.

След това Максвел си задал съдбоносния въпрос: ако магнитните полета могат да се превръщат в електрически и обратно, то какво ще стане, ако те постоянно се превръщат едно в друго в един вечен модел? Максвел открил, че тези електромагнитни полета биха създали вълна, която до голяма степен прилича на океанска вълна. За негово

удивление той изчислил скоростта на тези вълни и установил, че тя съвпада със скоростта на светлината! През 1864 г., след като открил този факт, той написал пророчески следното: „Тази скорост е толкова близка до тази на светлината, че изглежда така, сякаш имаме силно основание да стигнем до заключението, че самата светлина... е електромагнитно смущение.“

Това било може би едно от най-големите открития в човешката история. За първи път тайната на светлината била разкрита. Изведнъж Максвел осъзнал, че всичко, като се почне от яркостта на слънчевия изгрев и се стигне до блясъка на залязващото слънце, ослепителните цветове на дъгата и непоколебимостта на звездите в небесата би могло да се опише чрез вълните, които той надраскал върху лист хартия. Днес разбираме, че целият електромагнитен спектър — от радара до телевизията, инфрачервената светлина, видимата светлина, ултравиолетовата светлина, рентгеновите лъчи, микровълните и гамалъчите — не е нищо друго освен вълни на Максвел, които на свой ред представляват вибриращи силови полета на Фарадей.

Коментирайки значението на уравненията на Максвел, Айнщайн писал, че те са „най-важното и най-плодотворно събитие, което е преживяла физиката от времето на Нютон“.

(Трагично е обстоятелството, че Максвел починал на ранната възраст от четиридесет и осем години от рак на стомаха — вероятно същата болест, която погубила и майка му на същата възраст. Ако той бе живял по-дълго, може би е щял да открие, че неговите уравнения са допускали изкривявания на континуума пространство-време, които биха довели директно до теорията на относителността на Айнщайн. Зашеметяващо е да осъзнаем, че относителността е можела да бъде открита още по времето на Американската гражданска война, ако Максвел бе живял по-дълго.)

Теорията за светлината на Максвел и атомната теория дават прости обяснения на оптиката и невидимостта. В едно твърдо тяло атомите са свързани здраво, а в течност или газ молекулите са разреждени. Повечето твърди тела са матови, защото светлинните лъчи не могат да преминават през гъстата матрица от атоми в едно твърдо тяло, която действа като тухлена стена. Много течности и газове, обратното, са прозрачни, тъй като светлината може да преминава лесно между големите пространства между техните атоми —

пространство, което е по-голямо от вълновата дължина на видимата светлина. Например водата, алкохолът, амонякът, ацетонът, водородният прекис, бензинът и т.н. — всички те са прозрачни, каквито са и газове като кислорода, водорода, азота, въглеродния диоксид, метана и т.н.

Има някои важни изключения от това правило. Много кристали са и твърди, и прозрачни. Но атомите на един кристал са подредени във формата на прецизна решетъчна структура в правилни редици с еднакво разстояние между тях. Вследствие на това има много пътища, по които един светлинен лъч може да премине през кристалната решетка. Следователно, макар че един кристал има такова сцепление, каквото има всяко твърдо тяло, светлината все пак може да си пробие път през него.

При известни обстоятелства един твърд предмет може да стане прозрачен, ако атомите бъдат подредени произволно. Това може да стане чрез нагорещаването на някои материали до висока температура и след това чрез бързото им охлаждане. Стъклото например е твърдо тяло с част от свойствата на течност заради произволното подреждане на неговите атоми. Някои бонбони също могат да станат прозрачни чрез този метод.

Очевидно невидимостта е свойство, което се появява на атомно равнище, описано от уравненията на Максвел, от което следва, че би било изключително трудно — дори невъзможно, да бъде удвоен един обект с използването на обичайни средства. За да направи Хари Потър невидим, човек би трябвало да го втечни, да го свари, за да създаде пара, да го кристализира, пак да го затопли и след това да го охлади, като всичко това би било твърде трудно постижимо дори за магьосник.

Военните, не можейки да създадат невидими самолети, са се опитали да реализират следващото по качество постижение, са създали стелт технологията, която прави самолетите невидими за радарите. Стелт технологията се опира на уравненията на Максвел, за да създаде серия от трикове. Един боен изстребител стелт е съвсем видим за човешкото око, но неговото радарно изображение върху екрана на вражески радар достига само размера на голяма птица. (Стелт технологията в действителност представлява неочаквана смесица от трикове. Чрез промяната на материалите в реактивния изстребител, посредством намаляване на съдържанието на стомана и използването

вместо нея на смола и пластмаси, чрез промяната на ъглите на неговия фюзелаж, чрез пренареждането на ауспусите и т.н., човек може да накара лъчите на вражеския радар, след като се ударят в апарата, да се разпръснат във всички посоки, така че никога да не се върнат на екрана на вражеския радар. Дори с помощта на стелт технологията един реактивен изстребител всъщност не е невидим, а по-скоро отразява и разпръсва толкова лъчи, изпратени от вражеските радари, колкото е възможно технически.)

МЕТАМАТЕРИАЛИ И НЕВИДИМОСТ

Но може би най-обещаващата нова разработка, свързана с невидимостта, е един екзотичен нов материал, наречен „метаматериал“, който може някой ден да направи обектите наистина невидими. По ирония на съдбата създаването на метаматериали някога е било смятано за невъзможно, защото те нарушават законите на оптиката. Но през 2006 г. изследователи в университета „Дюк“ в Дърам, Северна Каролина, и Импириъл колидж в Лондон опровергаха успешно общоприетата мъдрост и използваха метаматериали, за да направят един обект невидим за микровълново излъчване. Въпреки че все още има много пречки за преодоляване, за първи път в историята днес имаме подробен план как да правим невидими обикновените предмети. (Агенцията за отбранителни напреднали изследователски проекти към Пентагона (DARPA) финансираше това изследване.)

Нейтън Мирволд, бивш висш служител в „Майкрософт“ по технологичните въпроси, казва, че революционният потенциал на метаматериалите „ще измени напълно начина, по който подходяме към оптиката и към почти всички аспекти на електрониката... Някои от тези метаматериали могат да постигат изключителни неща, които биха приличали на чудеса преди няколко десетилетия“^[2].

Какво представляват тези метаматериали? Това са вещества, притежаващи оптични свойства, които не се срещат в природата. Метаматериалите се създават чрез вмъкването на миниатюрни импланти във вещество, което кара електромагнитните вълни да се прегъват по необикновени начини. В университета „Дюк“ учените вмъкнаха миниатюрни електрически вериги в медни ленти, подредени във формата на плоски, концентрични кръгове (нещо подобно на намотките на електрическа фурна). В резултат се получи сложна

смесица от керамика, тефлон, влакнести композитни материали и метални компоненти. Тези миниатюрни импланти в медта правят възможно нейното прегъване и канализират пътя на микровълновото излъчване по специфичен начин. Представете си начина, по който една река тече около голям заоблен камък. Тъй като водата завива бързо около камъка, присъствието му престава да се усеща надолу по течението. Подобно на това метаматериалите могат постоянно да променят и прегъват пътя на микровълните така, че те да текат около един цилиндър, например, като по същество правят невидимо за микровълните всичко, намиращо се вътре в цилиндъра. Ако метаматериалът премахва всички отражения и сенки, то тогава той може да направи един обект напълно невидим за тази форма на излъчване.

Учените демонстрираха успешно този принцип с помощта на устройство, направено от десет пръстена от фибростъкло, покрити с медни елементи. Един меден пръстен, намиращ се вътре в устройството, беше направен почти невидим за микровълновото излъчване, тъй като хвърляше съвсем малка сянка.

В същността на метаматериалите се крие тяхната способност да манипулират нещо, наречено „индекс на рефракция“. Рефракцията е пречупването на светлината, докато тя преминава през прозрачни междинни среди. Ако поставите ръката си във вода или погледнете през лещата на вашите очила, ще забележите, че водата и стъклото изкривяват и пречупват пътя на обикновената светлина.

Причината, поради която светлината се пречупва в стъкло или вода, е, че светлината забавя ход, когато влиза в плътна, прозрачна междинна среда. Скоростта на светлината в чист вакуум винаги остава една и съща, но светлината, движеща се през стъкло или вода, трябва да премине през трилиони атоми и вследствие на това забавя своя ход. (Скоростта на светлината, разделена на по-ниската скорост на светлината вътре в междинната среда, се нарича индекс на рефракция. Тъй като светлината забавя ход в стъкло, индексът на рефракция винаги е по-голям от 1,0.). Например индексът на рефракция е 1,00 за вакуум, 1,0005 за въздуха, 1,5 за стъклото и 2,4 за диаманта. Обикновено колкото по-плътна е междинната среда, толкова по-голяма е степента на пречупване и съответно по-висок индексът на рефракция.

Известен пример за индекса на рефракция е един мираж. Ако карате кола в горещ ден и гледате право напред към хоризонта, пътят като че ли трепти, създавайки илюзията за проблясващо езеро. В пустинята човек понякога може да види на хоризонта очертанията на далечни градове и планини. Това се дължи на обстоятелството, че горещият въздух, който се издига от паважа или пустинята, притежава по-ниска плътност от обикновения въздух и вследствие на това има по-нисък индекс на рефракция от околния по-студен въздух и затова светлина от далечни обекти може да бъде отразена от паважа във вашето око, създавайки илюзията, че виждате далечни обекти.

Обикновено индексът на рефракция е постоянна величина. Един тънък лъч светлина се пречупва, когато влиза в стъкло, и след това продължава да напредва в права линия. Но допуснете за миг, че бихте могли да контролирате индекса на рефракция по ваше желание, така че той да може да се променя постоянно във всяка точка в стъклото. Докато светлината се движи в този нов материал, тя би могла да се пречупи и да се извива в нови посоки, създавайки път, който би блуждаел из веществото като змия.

Ако човек би могъл да контролира индекса на рефракция вътре в метаматериала, така че светлината да минава покрай един обект, обектът би станал невидим. За да постигне това, този метаматериал трябва да има *отрицателен* индекс на рефракция, което е невъзможно според всички учебници по оптика. (Съществуването на метаматериалите е било предположено теоретично за първи път в един доклад на съветския физик Виктор Веселаго през 1967 г. и е било показано, че те ще притежават необикновени оптични свойства като отрицателния индекс на рефракция и действащия в обратна посока ефект на Доплер. Метаматериалите са толкова странни и абсурдни, че някога учените са смятали, че е невъзможно те да бъдат създадени. Но през последните няколко години метаматериали бяха изработени наистина в лабораторни условия, което принуди физиците да пренапишат неохотно всички учебници по оптика.)

Изследователите в областта на метаматериалите постоянно са тормозени от журналисти, които биха искали да узнаят кога мантиите невидимки ще се появят на пазара. Отговорът гласи: няма да е скоро.

Дейвид Смит от университета „Дюк“ казва: „Журналистите звънят и просто искат да им кажете някакво число. След колко месеца,

след колко години. Те толкова настояват, че накрая казвате, ами добре, може би след петнадесет години. Тогава попадате в заглавията на вестниците, нали? «Петнадесет години до мантията на Хари Потър».“ Ето защо сега той не е склонен да посочи някаква точна дата.^[3] Може би почитателите на „Хари Потър“ или на „Стар Трек“ трябва да почакаат. Въпреки че една истинска мантия невидимка е възможна според законите на физиката, както ще се съгласят повечето физици, остават за преодоляване огромни технически пречки, преди тази технология да може да получи разширена употреба при видима светлина, а не само при микровълново излъчване.

И изобщо структурите, имплантирани вътре в метаматериалите, трябва да бъдат по-малки от вълновата дължина на излъчването. Например микровълните могат да имат вълнова дължина от около 3 сантиметра, така че, за да отклони един метаматериал пътя на микровълните, той трябва да разполага с миниатюрни импланти, вмъкнати вътре в него, които да бъдат по-малки от 3 сантиметра. Но за да направи един обект невидим за зелената светлина, като този обект има вълнова дължина 500 нанометра (нм), метаматериалът трябва да притежава структури, вмъкнати вътре в него, които да бъдат дълги само около 50 нанометра — а нанометрите са мащаби с атомна дължина, изискващи нанотехнология. (Един нанометър е дълъг една милиардна част от метъра. Приблизително пет атома могат да се поберат в рамките на един-единствен нанометър.) Може би това е главният проблем, пред който сме изправени в нашите опити да създадем истинска мантия невидимка. Отделните атоми вътре в един метаматериал би трябвало да бъдат модифицирани, за да пречупят един светлинен лъч като змия.

МЕТАМАТЕРИАЛИ ЗА ВИДИМАТА СВЕТЛИНА

Състезанието продължава.

Още откакто беше обявено, че метаматериали са били произведени в лабораторни условия, в тази област започна трескава дейност, като на всеки няколко месеца се появяваха нови прозрения и смайващи пробиви. Целта е ясна: нанотехнологията да бъде използвана за създаването на метаматериали, които да могат да пречупват видимата светлина, не само микровълните. Бяха предложени няколко подхода, като всички те бяха многообещаващи.

Според едно от предложенията трябва да се използва готова технология, т.е. да се заимстват известни техники от полупроводниковата индустрия за създаването на нови метаматериали. Една техника, наречена „фотолитография“, стои в центъра на компютърната миниатюризация и привежда в действие компютърната революция. Тази технология дава възможност на инженерите да разполагат стотици милиони миниатюрни транзистори в силициева пластина, не по-голяма от вашия палец.

Причината, поради която компютърната мощност се удвоява на всеки осемнадесет месеца (което се нарича закон на Мур), е, че учените използват ултравиолетово излъчване, за да „гравират“ все по-малки компоненти върху силициев чип. Тази техника прилича много на начина, по който се използват шаблони за създаването на цветни тениски. (Компютърните инженери започват с една миниатюрна пластина и след това нанасят върху повърхността ѝ изключително тънки слоеве от различни материали. След това над пластината се поставя пластмасова маска, която действа като шаблон. Тя съдържа сложните очертания на жиците, транзисторите и компютърните компоненти, които образуват основния скелет на схемата на електрическата верига. След това пластината се изкъпва в ултравиолетово излъчване, което има много къса вълнова дължина, и това излъчване отпечатва модела върху светлочувствителната пластина. Чрез третирането на пластината със специални газове и киселини сложната схема на електрическата верига на маската се гравира върху пластината, където бива изложена на ултравиолетова светлина. Този процес води до създаването на пластина, съдържаща стотици милиони миниатюрни жлеbove, които образуват очертанията на транзисторите.) В момента най-малките компоненти, които човек може да създаде с помощта на този гравиращ процес, са големи около 30 нм (или с диаметър около 150 атома).

Важно събитие настъпи в опитите да се постигне невидимост, когато тази технология за гравирание на силициева пластина беше използвана от група учени за създаването на първия метаматериал, който действа във видимия обхват на светлината. Учени в Германия и в Министерството на енергетиката на САЩ обявиха в началото на 2007 г., че за първи път в историята са произвели метаматериал, който

действия при червена светлина. „Невъзможното“ беше постигнато за забележително кратко време.

Физикът Костас Сукулис от лабораторията „Еймс“ в Айова заедно с Шефан Линден, Мартин Вегенер и Гунар Долинг от университета в Карлсруе, Германия, успяха да създадат метаматериал, който има индекс от $-0,6$ за червената светлина при вълнова дължина от 780 нанометра. (Преди това световният рекорд за излъчване, пречупено от метаматериал, беше 1,400 нм, което го поставяше извън обхвата на видимата светлина и го разполагаше в обхвата на инфрачервената.)

Учените започнали, първоначално със стъклен лист, а след това нанесли тънък слой от сребро, магнезиев флуорид, и после още един слой от сребро, образувайки „сандвич“ от флуорид, който бил дебел само 100 нанометра. След това, използвайки стандартни техники за гравирание, те създали голяма редица от микроскопични квадратни дупки в сандвича, създавайки мрежов модел, приличащ на рибарска мрежа. (Дупките са широки само 100 нм, като са много по-малки от вълновата дължина на червената светлина.) После пуснали лъч от червена светлина през материала и измерили неговия индекс, който бил $-0,6$.

Физиците предвиждат, че тази технология ще има много приложения. Метаматериалите „могат един ден да доведат до разработването на един тип плоска суперлеца, която да работи във видимия спектър“, казва доктор Сукулис. „Такава леца би притежавала по-добра резолюция в сравнение с конвенционалната технология, тъй като ще засича подробности, които са много по-малки от една вълнова дължина на светлината.“^[4] Незабавното приложение на подобна „суперлеца“ би се състояло в това да бъдат фотографирани с несравнима яснота микроскопични обекти като вътрешността на една жива човешка клетка или да бъдат диагностицирани болести в бебе, намиращо се в утробата на майката. В идеалния случай човек би бил в състояние да получи фотографии на компонентите на една ДНК молекула, без да се налага да използва тромата рентгенова кристалография.

Досега тези учени са демонстрирали наличието на отрицателен индекс на рефракция само за червената светлина. Следващата им стъпка би била да използват тази технология, за да създадат

метаматериал, който да пречупва изцяло червената светлина около един обект, правейки го невидим за нея.

Бъдещи разработки в това направление могат да се появят в областта на „фотонните кристали“. Целта на фотонно-кристалната технология е да бъде създаден чип, който използва светлина, а не електричество, за да обработва информация. Това изисква използването на нанотехнология за гравирването на миниатюрните компоненти върху пластина, при която индексът на рефракция се променя заедно с всеки компонент. Транзисторите, използващи светлина, имат няколко преимущества пред тези, които използват електричество. Например, налице е много по-малка загуба на топлина от фотонните кристали. (В модернизирани силициеви чипове генерираната топлина е достатъчна за изпържването на едно яйце. Затова те трябва да бъдат изстудявани постоянно или ще излязат от строя, а поддържането им в охладено състояние е много скъпо.) Не е учудващо, че науката за фотонните кристали е идеалният кандидат за създател на метаматериали, тъй като и двете технологии включват манипулирането на индекса на рефракция на светлината в наномащаб.

НЕВИДИМОСТ, ПОСТИГАНА ЧРЕЗ ПЛАЗМОНИКА

В средата на 2007 г. още една група учени обяви, че е създадала метаматериал, който пречупва видимата светлина с използването на съвсем различна технология, наречена „плазмоника“. Физиците Хенри Лизъц, Дженифър Дион и Хари Атуотър в Калифорнийския технологичен институт (Кал Тек) обяха, че са създали метаматериал, който има отрицателен индекс за по-трудния синьо-зелен регион на видимия спектър на светлината.

Целта на плазмониката е да „сгъстява“ светлината така, че човек да може да манипулира обектите в наномащаб, особено върху повърхността на металите. Причината, поради която металите провеждат електричеството, е, че електроните са слабо свързани с металните атоми, затова те могат да се движат свободно по повърхността на металната решетка. Електрическият ток, който тече в жиците във вашия дом, представлява плавният поток на тези слабо свързани електрони върху металната повърхност. Но при определени условия, когато един светлинен лъч се сблъска с металната повърхност, електроните могат да вибрират в унисон с първоначалния

светлинен лъч, създавайки вълнообразни движения на електроните върху металната повърхност (наречени плазмони), и тези вълнообразни движения също пулсират в унисон с първоначалния светлинен лъч. По-важно е, че човек може да „сгъсти“ тези плазмони така, че те да имат същата честота като първоначалния лъч (и вследствие на това да носят една и съща информация), но да имат много по-малка вълнова дължина. По принцип след това човек би могъл да натъпче тези сгъстени вълни в наножици. Както в случая с фотонните кристали, крайната цел на плазмониката е да създаде компютърни чипове, които да правят изчисления, използвайки светлина, а не електричество.

Групата от Кал Тек е изградила своя метаматериал от два слоя сребро, като между тях имаше силициево-азотен изолатор (с дебелина само от 50 нм), действащ като „вълнов водач“, който може да направлява посоката на плазмонните вълни. Лазерната светлина влиза и излиза от апарата през два тесни отвора, изрязани в метаматериала. Чрез анализирането на ъглите, при които се пречупва лазерната светлина, докато преминава през метаматериала, човек може след това да докаже истинността на твърдението, че светлината е пречупена чрез отрицателен индекс.

БЪДЕЩЕТО НА МЕТАМАТЕРИАЛИТЕ

Напредъкът в областта на метаматериалите ще се ускорява в бъдеще по простата причина, че вече има силен интерес към създаването на транзистори, които използват светлинни лъчи, а не електричество. Изследванията в областта на невидимостта следователно могат да „подложат гръб“ на протичащите в момента изследвания в областта на фотонните кристали и плазмониката, чиято цел е създаването на заместители на силициевия чип. Вече се инвестират стотици милиони долари за създаването на заместители на силициевата технология и изследването в областта на метаматериалите ще извлече полза от тези изследователски усилия.

Като се вземат предвид пробивите, настъпващи в тази област на всеки няколко месеца, не е изненадващо, че според някои физици някакъв вид щит, осигуряващ практическа невидимост, ще се появи от лабораториите може би в рамките на период от няколко десетилетия. През следващите години например учените са сигурни, че ще бъдат в

състояние да създадат метаматериали, които могат да направят даден обект напълно невидим за една честота на видимата светлина поне в две измерения. Постигането на това би изисквало вмъкването на миниатюрни наноимпланти не в правилни редици, а в усложнени модели по такъв начин, че светлината да се пречупва плавно около един обект.

Следващата стъпка на учените трябва да бъде създаването на метаматериали, които могат да пречупват светлината в три измерения, а не само при плоски двуизмерни повърхности. Фотолитографията е била усъвършенствана за изработването на плоски силициеви пластини, но създаването на триизмерни метаматериали ще изисква подреждането на пластините по сложен начин.

След това учените ще трябва да решат проблема как да създадат метаматериали, които могат да пречупват не само една честота, а много. Това ще бъде може би най-трудната задача, тъй като миниатюрните импланти, които са били измислени досега, пречупват светлината само на една честота. Може би учените ще трябва да създадат метаматериали, основани на слоеве, като всеки слой пречупва специфична честота. Решението на този проблем не е ясно.

Независимо от това, щом накрая бъде изработен щит, осигуряващ невидимост, той би могъл да се окаже нескоропосано устройство. Мантията на Хари Потър е изработена от тънък гъвкав плат и прави невидим всеки, облечен в нея. Но за да бъде възможно това, индексът на рефракция вътре в плата би трябвало да се променя постоянно по сложни начини, докато се вее, което е непрактично. Много по-правдоподобно би било поне в началото една истинска мантия невидимка да бъде направена от твърд цилиндър от метаматериали. По този начин индексът на рефракция би могъл да бъде фиксиран вътре в цилиндъра. (По-модернизираните версии биха могли накрая да включват метаматериали, които са гъвкави и могат да се извиват и все пак да карат светлината да протича в рамките на метаматериалите по правилния път. По този начин всеки, който се намира в мантията, би разполагал с известна гъвкавост на движенията.)

Някои са посочвали един недостатък на щита, осигуряващ невидимост: всеки, който се намира вътре в него, няма да бъде в състояние да поглежда навън, без да стане видим. Представете си, че

Хари Потър е съвсем невидим, като изключим очите му, които сякаш се носят посред въздуха. Всички дупки за очите върху мантията невидимка ще бъдат ясно видими отвън. Ако Хари Потър бъде съвсем невидим, то в такъв случай той ще стои, без да вижда, зад своята мантия невидимка. (Възможно решение на този проблем би могло да бъде вмъкването на две съвсем малки стъклени пластинки близо до мястото на дупките за очи. Тези стъклени пластинки биха действали като „лъчеви разделители“, разделящи една съвсем малка част от светлината, която се удря в тях, като след това я изпращат към очите. Така по-голямата част от светлината, удряща се в мантията, ще протича около нея, правейки човека в нея невидим, но едно съвсем малко количество светлина ще бъде отклонявано към очите.)

Колкото и да са обезсърчителни тези трудности, учените и инженерите са оптимистично настроени и се надяват, че някакъв вид щит, осигуряващ невидимост, може да бъде конструиран през следващите няколко десетилетия.

НЕВИДИМОСТ И НАНОТЕХНОЛОГИЯ

Както споменах по-горе, ключът към невидимостта може да се окаже нанотехнологията, т.е. способността за манипулиране на структури с големината на атом, чийто диаметър е около една милиардна от метъра.

Раждането на нанотехнологията датира от една прочута лекция през 1959 г., изнесена от Нобеловия лауреат Ричард Файнман пред Американското физично общество, като леко ироничното ѝ заглавие било: „Има много място на дъното“. По време на тази лекция той размишлявал върху това как биха могли да изглеждат най-малките машини, съвместими с известните закони на физиката. Ученият осъзнал, че е възможно да бъдат конструирани все по-малки машини, докато те достигнат атомни разстояния и след това биха могли да бъдат използвани атоми за създаването на други машини. Сигнал до заключението, че атомни машини като макари, лостове и колела се побират напълно в рамките на законите на физиката, макар че би било изключително трудно те да бъдат направени.

Нанотехнологията креела от години, тъй като манипулирането на отделните атоми било отвъд възможностите на технологиите по онова време. Но след това физиците направили пробив през 1981 г., като

изобретили сканиращия тунелен микроскоп, който спечелил Нобеловата награда по физика за учените Герд Биних и Хайнрих Роорер, които работели в лабораторията на Ай Би Ем в Цюрих.

Изведнъж физиците придобили способността да получават смайващи „снимки“ на отделни атоми, подредени точно така, както в книгите по химия — нещо, което критиците на атомната теория някога смятали за невъзможно. Великолепните фотографии на атоми, подредени във формата на кристал или метал, сега станали възможни. Химичните формули, използвани от учените, заедно със сложна серия от атоми, опаковани в молекула, биха могли да бъдат наблюдавани с невъоръжено око. Нещо повече, сканиращият тунелен микроскоп направил възможно манипулирането на отделни атоми. Всъщност буквите „IBM“ били изписани трудно с помощта на отделни атоми, предизвиквайки невероятна сензация в научния свят. Учените вече не били слепи, когато манипулирали отделните атоми, а можели наистина да ги наблюдават и да си играят с тях.

Сканиращият тунелен микроскоп е измамно прост. Подобно на игличка на грамофон, която сканира диск, една остра сонда бива прокарана бавно над материала, който трябва да бъде анализиран. (Върхът е толкова остър, че се състои само от един-единствен атом.) Малък електрически заряд бива поставен върху сондата и от нея изтича ток, протича през материала и стига до повърхността, която се намира отдолу. Докато сондата преминава над един отделен атом, количеството на тока, който протича през нея, варира и тези вариации биват записвани. Токът се засилва и отслабва, докато игличката преминава над един атом, като по този начин очертава контура му със забележителни подробности. След много преминавания, чрез отбелязване на колебанията в токовете потоци, човек може да получи прекрасни снимки на отделните атоми, които образуват решетка.

(Сканиращият тунелен микроскоп става възможен по силата на един странен закон от квантовата физика. В нормално състояние електроните не притежават достатъчно енергия, за да излязат от сондата, да преминат през веществото и да стигнат до повърхността, която се намира отдолу. Но заради принципа на неопределеността съществува малка вероятност електроните в тока да „преминат“ или да проникнат през преградата, дори това да се забранява от теорията на Нютон. Така токът, който протича през сондата, проявява

чувствителност към съвсем малките квантови ефекти в материала. Ще разгледам ефектите от квантовата теория по-късно и по-подробно.)

Сондата е и достатъчно чувствителна, за да размества отделните атоми и да създава прости „машини“ от тях. Технологията днес е толкова напреднала, че куп от атоми може да бъде показан на компютърен екран и след това, чрез простото движение на курсора на компютъра, атомите могат да бъдат размествани по всеки начин, който ви хрумне. Можете да манипулирате десетки атоми по свое усмотрение така, сякаш си играете с парченца от играта „Лего“. Освен бавното изписване на буквите от азбуката с използването на отделни атоми човек може и да създава атомни играчки като сметало, направено от отделни атоми. Атомите биват подредени в редица на повърхност с вертикални прорези. Вътре в тези вертикални прорези човек може да вмъкне въглеродни топки „Бъки“ (оформени като футболни топки, но направени от отделни въглеродни атоми). След това тези въглеродни топки могат да бъдат движени нагоре-надолу във всеки прорез, като по този начин изградят атомно сметало.

Възможно е и да бъдат изрязани атомни устройства с използването на електронни лъчи. Например учените в Корнелския университет са направили най-малката китара в света, която е двадесет пъти по-малка от човешки косъм и е изрязана от кристален силиций. Тя има шест струни, като всяка от тях е дебела сто атома, и струните могат да бъдат дърпани с използването на атомно-силов микроскоп. (С тази китара наистина може да се свири музика, но честотите, които тя създава, са много над обхвата на човешкото ухо.)

Понастоящем по-голямата част от тези нанотех „машини“ са само играчки. Тепърва трябва да бъдат създадени по-сложни машини със зъбчати колела и сачмени лагери. Но много инженери изпитват увереност, че настъпва времето, когато ще бъдем в състояние да произвеждаме истински атомни машини. (В природата наистина се срещат атомни машини. Клетките могат да плават свободно във водата, защото са в състояние да въртят насам-натам миниатюрни косъмчета. Но когато човек анализира точката на съединение между косъмчето и клетката, вижда, че тя наистина е атомна машина, която позволява на косъмчето да се движи във всички посоки. Затова един от ключовете за разработване на нанотехнологиите е имитирането на природата, която

е овладяла изкуството да се изработват атомни машини преди милиарди години.)

ХОЛОГРАМИ И НЕВИДИМОСТ

Друг начин човек да бъде направен частично невидим е да бъде фотографиран пейзажът зад него и после това фоново изображение да бъде прожектирано директно върху дрехите на човека или на екран пред него. Когато бъде гледан отпред, ще изглежда така, сякаш човекът е станал прозрачен. На наблюдателите ще им се струва, че светлината някак си е преминала право през тялото му.

Наоки Каваками от лабораторията „Тачи“ в Токийския университет е работил усилено върху този процес, който се нарича „оптическа маскировка“. Той казва: „Тя ще се използва, за да помага на пилотите да виждат през пода на кабината към пистата долу, или на шофьори, които се опитват да гледат през калника, за да паркират колата си.“ „Мантията“ на Каваками е покрита със съвсем малки светлоотразителни мехурчета, които действат като киноекран. Видеокамера снима това, което се намира зад мантията. После това изображение се изпраща във видеопрожектор, който осветява предната част на мантията и по този начин се създава впечатлението, че светлината е преминала през човека.

Прототипи на оптическа маскировъчна мантия действително съществуват в лабораторни условия. Ако гледате право към един човек, който носи тази екраноподобна мантия, се създава впечатлението, че човекът е изчезнал, защото всичко, което виждате, е изображението зад него. Но ако преместите малко погледа си, изображението върху мантията няма да се промени, което ще ви покаже, че това е оптическа измама. По-реалистичната оптическа маскировка би трябвало да създаде илюзията за триизмерно изображение. За да го направи, човек се нуждае от холограми.

Холограмата е триизмерно изображение, създадено от лазери (като триизмерното изображение на принцеса Лея в „Междузвездни войни“). Един човек може да бъде направен невидим, ако фоновият пейзаж бъде заснет със специална холографска камера и след това холографското изображение бъде прожектирано посредством специален холографски екран, поставен пред човека. Наблюдател, който стои пред този човек, би видял холографския екран, на който ще

бъде показано триизмерното изображение на фоновия пейзаж без човека. Ще изглежда така, сякаш човекът е изчезнал. В този случай мястото на човека ще представлява точно триизмерно изображение на фоновия пейзаж. Дори ако местите поглед нагоре-надолу, няма как да кажете, че това, което виждате, е оптическа измама.

Тези триизмерни изображения стават възможни, защото лазерната светлина е „кохерентна“, т.е. всички вълни вибрират в съвършен унисон. Холограмите се създават чрез принуждаването на един кохерентен лазерен лъч да се раздели на две части. Половината от лъча осветява фотографски филм. Другата половина осветява един обект, отскача от него и след това осветява същия фотографски филм. Когато тези два лъча интерферират върху филма, бива създаден интерферентен модел, който шифрира цялата информация на първоначалната триизмерна вълна. Когато бъде проявен, филмът не прилича много на оригинала, а представлява сложен паяжиноподобен модел от завихрения и линии. Но когато позволят на лазерен лъч да освети този филм, точно триизмерно копие на първоначалния обект се появява изведнъж като по магия.

Техническите проблеми, които създава холографската невидимост обаче, са страшни. Едно от предизвикателствата е да бъде създадена холографска камера, която е способна да снима поне 30 кадъра в секунда. Друг проблем е съхраняването и обработването на цялата информация. Накрая, човек би трябвало да прожектира това изображение върху екран така, че изображението да изглежда реалистично.

НЕВИДИМОСТ ПОСРЕДСТВОМ ЧЕТВЪРТТО ИЗМЕРЕНИЕ

Трябва да споменем и че един още по-сложен начин за предизвикване на невидимост е бил споменат от Х. Дж. Уелс в „Невидимия“, и той включвал използването на силата на четвъртото измерение. (По-нататък в тази книга ще разгледам по-подробно възможното съществуване на по-висши измерения.) Можем ли да напуснем нашата триизмерна вселена и да се носим над нея от удобната позиция на четвъртото измерение? Подобно на триизмерна пеперуда, кръжаща над двуизмерен лист хартия, бихме били невидими за всеки, който живее във Вселената под нас. Проблемът, създаван от тази идея, е, че все още не е доказано, че има по-висши измерения.

Освен това, хипотетичното пътуване до по-висше измерение би изисквало енергии, които надминават далеч достижимите от съвременните технологии. В качеството си на приложим начин за постигане на невидимост този метод очевидно е отвъд сегашните ни познания и способности.

Като се имат предвид огромните крачки, направени досега за постигането на невидимостта, тя очевидно може да бъде окачествена като спадаща към Клас I на невъзможните неща. В рамките на следващите няколко десетилетия, или поне в рамките на този век, някаква форма на невидимост може да стане част от ежедневието ни.

[1] Платон е писал следното: „Никой не би се въздържал да посегне към това, което не му принадлежи, когато може да вземе без опасност за себе си това, което му е харесало на пазара, или не би се въздържал да влезе в къщите и да възлегне с всяка жена за свое удоволствие, или пък да убие, или да освободи от затвора когото си пожелае, и не би се въздържал да бъде като Бог сред хората във всички отношения... Ако можете да си представите някой, който притежава тази способност да бъде невидим, и никога не стори нещо лошо или не пипне това, което принадлежи на друг, той ще бъде смятан от околните за най-жалкия идиот...” ↑

[2] Myhrvold, Nathan. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 69. ↑

[3] Glausiusz, Josie. *Discover Magazine*, November 2006. ↑

[4] „Metamaterials found to work for visible light“, EurekaAlert, www.eurekaalert.org/pub_releases/2007-01, 2007. Виж също *New Scientist Magazine*, December 18, 2006. ↑

3. ФАЗЕРИ И ЗВЕЗДИ НА СМЪРТТА

Радиото няма бъдеще. По-тежките от въздуха летящи машини са невъзможни. Рентгеновите лъчи ще се окажат измама.

Лорд Келвин, 1899 г.

(Атомната) бомба никога няма да избухне. Казвам това като експерт по експлозивите.

Адмирал Уилям Лий

Четири-три-две-едно, огън!

Звездата на смъртта е колосално оръжие, достигащо размера на цяла луна. Стреляйки право към безпомощната планета Олдераан — родния свят на принцеса Лея, Звездата на смъртта я изпепелява, карайки я да избухне в титанична експлозия, като разпръсква планетарни отломки, които се разлетяват из цялата слънчева система. Един милиард човешки души изкрещават от болка, пораждайки смущение в Силата, което е усетено в цялата галактика.

Но дали оръжието Звезда на смъртта от „Междузвездни войни“ е възможно наистина? Би ли могло такова оръжие да насочи батарея от лазерни оръдия към цяла планета, за да я изпари? Ами прочутите лазерни мечове, носени от Люк Скайуокър и Дарт Вейдър, които могат да разрязват закалена стомана, са направени от светлинни лъчове? Дали лъчеви оръжия като фазерите в „Стар Трек“ са постижими за бъдещите поколения офицери и войници, строго прилагащи закона?

Докато гледали „Междузвездни войни“, милиони зрители били поразени от тези оригинални, смайващи специални ефекти, но те нямали успех сред някои критици, които ги атакували остро, като твърдели, че всичко това е много забавно, но е очевидно невъзможно. Лъчевите оръжия с големината на луна, които взривяват цели планети, са крайно необичайни.

Същото важи и за мечовете, направени от втвърдени светлинни лъчи, повтаряли те, дори действието да се развива в галактика, която се намира много далеч от нас. Майсторът на специални ефекти Джордж Лукас сигурно си бил загубил времето, защото никак не бил убедителен.

Може би е трудно да се повярва в това, но е факт, че няма физическо ограничение на количеството необработена енергия, която може да бъде натъпкана в един светлинен лъч. Няма закон на физиката, който да предотвратява създаването на Звезда на смъртта или на лазерни мечове. Всъщност взривяващите цели планети лъчи на гама-радиацията съществуват в природата. Титаничното избухване на радиация от далечен излъчвател на гама-лъчи, разположен дълбоко в Космоса, предизвиква експлозия, която отстъпва по мощност единствено на самия Голям взрив. Всяка планета, която има лошия късмет да се намира в рамките на пресечните линии на лъчите на един излъчвател на гама-лъчи, наистина ще бъде изпържена или разтрошена на парченца.

ЛЪЧЕВИТЕ ОРЪЖИЯ В ИСТОРИЧЕСКИ ПЛАН

Мечтата да бъдат впрегнати на работа лъчи от енергия действително не е нова. Тя се корени още в древната митология и наука. Гръцкият бог Зевс бил прочут със способността си да стоварва гръмотевици върху простосмъртните. Норвежкият бог Тор имал вълшебен чук, наречен Мьолнир, който можел да изстрелва мълнии, а индийският бог Индра бил известен със способността си да насочва енергийни лъчи от едно вълшебно копие.

Представата, че лъчите могат да се използват като практическо оръжие, вероятно се е появила с дейността на великия гръцки математик Архимед, може би най-големия учен през цялата античност, който открил груба версия на математическия анализ преди две хиляди години, преди Нютон и Лайбниц. По време на една легендарна битка срещу войските на римския генерал Марцел по време на Втората пуническа война през 214 г. пр.Хр. Архимед подпомогнал защитата на царство Сиракуза. Легендата разказва, че създал големи батареи от слънчеви отражатели, които фокусирали слънчевите лъчи върху платната на вражеските кораби, като ги карали да пламнат. (Дори днес сред учените все още се води спор дали това е било действащо на

практика лъчево оръжие. Различни екипи от учени са се опитвали да възпроизведат ефекта, но с променлив успех.)

Лъчевите оръжия се появяват с гръм и трясък на сцената на научната фантастика през 1889 г. с класиката на Х. Дж. Уелс „Войната на световите“, в която извънземни от Марс опустошават цели градове, като изстрелват лъчи топлинна енергия от оръжия, монтирани на триножници. През Втората световна война нацистите, които винаги са проявявали силното желание да експлоатират последните разработки в областта на технологиите, за да завладеят света, са провеждали експерименти с различни форми на лъчеви оръжия, включително със звуково устройство, основано на параболични огледала, което можело да фокусира интензивни звукови лъчи.^[1]

Оръжия, създадени от фокусирани светлинни лъчи, са навлезли в общественото въображение с филма за Джеймс Бонд „Голдфингър“ — първия холивудски филм, в който лазер играе главна роля в действието.^[2] (Легендарният британски шпионин бил завързан за метална маса, докато мощен лазерен лъч постепенно стопявал масата между краката му и заплашвал да го разреже на две.)

Първоначално физиците се надсмивали над идеята за лъчевите оръжия, които играели главна роля в романа на Уелс, тъй като те нарушавали законите на оптиката. Според уравненията на Максвел светлината, която виждаме около нас, се разпръсва бързо и е некохерентна (т.е. тя представлява смесица от вълни с различни честоти и фази). Дълго време учените смятали, че кохерентните, фокусирани еднакви лъчи светлина, на каквито ставаме свидетели в случая с лазерните лъчи, са невъзможни за създаване.

КВАНТОВАТА РЕВОЛЮЦИЯ

Всичко това се променило с появата на квантовата теория. На границата между XIX и XX в. било ясно, че макар и законите на Нютон и уравненията на Максвел да постигат зрелищен успех при обяснението на движението на планетите и на поведението на светлината, не биха могли да обяснят цял клас явления. Те се проваляли напълно в опита си да докажат защо материалите провеждат електричество, защо металите се топят при определени температури, защо газовете излъчват светлина, когато бъдат затоплени, защо

определени вещества стават свръхпроводници при ниски температури — всичко това изисквало разбиране на вътрешната динамика на атомите. Времето било назряло за революция. Двеста и петдесетте години на Нютоновата физика се готвели да бъдат превъзможнати, известявайки на света за болките при раждането на една нова физика.

През 1900 г. Макс Планк в Германия предложил теория, според която енергията не е непрекъсната, както смятал Нютон, а се среща под формата на малки, обособени пакети, наречени „кванти“. След това, през 1905 г. Айнщайн постулирал, че светлината се състои от тези миниатюрни обособени пакети (или кванти), които той по-късно нарекъл „фотони“. С помощта на тази могъща, но проста идея Айнщайн успял да обясни фотоелектрическия ефект, както и защо електрони биват излъчени от метали, когато запалите светлина върху тях. Днес фотоелектрическият ефект и фотонът изграждат основата на телевизията, лазерите, слънчевите клетки и голяма част от модерната електроника. (Теорията за фотона на Айнщайн била толкова революционна, че дори Макс Планк, който бил голям поддръжник на Айнщайн, първоначално не могъл да повярва в нея. В статия за Айнщайн Планк пише: „Че дори той можел да пропусне понякога целта... като например в случая с хипотезата му за светлинните кванти и ние не можем да го виним за това.“^[3])

През 1913 г. датският физик Нилс Бор дава на света съвсем нова визуална представа за атома — представа, която прилича на миниатюрна слънчева система. Но за разлика от една слънчева система в открития космос електроните могат да се движат само в отделни орбити или слоеве около ядрото. Когато електроните „скачат“ от един слой в по-тънък слой с по-малко енергия, те излъчват един фотон енергия. Когато един електрон погълне фотон с отделна енергия, той „скача“ към по-дебел слой с повече енергия.

Теорията за атома става почти завършена през 1925 г. с появата на квантовата механика и революционния труд на Ервин Шрьодингер, Вернер Хайзенберг и някои други учени. Според квантовата теория електронът е частица, но той има вълна, която е свързана с него, давайки му и частичкоподобни, и вълноподобни свойства. Вълната се подчинявала на едно уравнение, наречено „вълново уравнение на Шрьодингер“, което дава възможност на хората да изчисляват

свойствата на атомите, включително всичките „скокове“, постулирани от Бор.

Преди 1925 г. атомите все още били смятани за мистериозни обекти, които според мнозина учени като философа Ернст Мах нямало как да съществуват. След 1925 г. човек можел наистина да надзърне дълбоко в динамиката на атома и действително да предсказва неговите свойства. Смайващо, но това означава, че ако разполагате с достатъчно мощен компютър, бихте могли да извлечете свойствата на химичните елементи от законите на квантовата теория. По същия начин, по който Нютоновите физици можели да изчислят движението на всички небесни тела във Вселената, ако притежавали достатъчно мощна изчислителна машина, квантовите физици твърдели, че биха могли по принцип да пресметнат всички свойства на химичните елементи във Вселената. Ако човек разполага с достатъчно мощен компютър, той би могъл и да опише вълновата функция на цяло човешко същество.

МАЗЕРИ И ЛАЗЕРИ

През 1955 г. професор Чарлс Таунс от Калифорнийския университет в Бъркли и неговите колеги генерирали първото кохерентно излъчване под формата на микровълни. То било кръстено „мазер“ (и ставало дума за микровълново увеличаване чрез стимулирано излъчване на радиация). Той и руските физици Николай Басов и Александър Прохоров накрая щели да спечелят Нобеловата награда през 1964 година. Скоро те разширили обхвата си върху видимата светлина, създавайки лазера. (Фазерът обаче е измислено устройство, популяризирано в „Стар Трек“.)

Когато става дума за лазер, започват със специална междинна среда, която ще предава лазерния лъч. Става дума за специален газ, кристал или диод. След това напмпват енергия в тази междинна среда отвън, под формата на електрически ток, радиовълни, светлина или химична реакция. Този внезапен прилив на енергия активизира атомите в междинната среда, затова електроните поглъщат енергията и после скачат във външните електронни слоеве.

В това възбудено състояние междинната среда е нестабилна. Ако човек изпрати светлинен лъч през междинната среда, фотоните ще ударят всеки атом, карайки го да падне изведнъж на по-ниско равнище, отделяйки по време на този процес още фотони. Това на свой ред

принуждава още повече електрони да отделят фотони, създавайки накрая водопад от падащи атоми, като трилион трилиони фотони изведнъж бъдат изпуснати в лъча. Ключът към разбирането на процеса е, че при определени вещества, когато тази лавина от фотони се стовари, всичките фотони вибрират в унисон, т.е. те са кохерентни.

(Представете си редица от плочки на домино. Плочките в своето най-ниско енергийно състояние лежат по гръб на масата. Плочките във високоенергийно състояние са изправени вертикално подобно на напумпаните атоми в междинната среда. Ако бутнете една плочка, можете да предизвикате внезапен колапс на цялата тази енергия незабавно, точно както става в лазерен лъч.)

Само определени материали ще „лазират“, т.е. само в специални материали, когато един фотон удари напумпан атом, ще бъде излъчен фотон, който е кохерентен с първоначалния фотон. В резултат на тази кохерентност в пороя от фотони всички фотони вибрират в унисон, генерирайки тънък като молив лазерен лъч. (Противоположно на мита, лазерният лъч не остава завинаги тънък като молив. Лазерен лъч, изстрелян към Луната например, постепенно ще се разширява, докато създаде петно с диаметър от няколко мили.)

Един обикновен газов лазер се състои от тръба с газовете хелий и неон. Когато през тръбата бъде пуснат електрически ток, атомите се захранват с енергия. След това, ако цялата енергия бъде излъчена изведнъж, се генерира лъч от кохерентна светлина. Лъчът бива уголемен с използването на две огледала, като на всеки от двата края е поставено едно от тях, така че лъчът отскача назад-напред помежду им. Едното огледало е напълно непрозрачно, но другото позволява на съвсем малко количество светлина да избяга при всяко преминаване, генерирайки по този начин лъч, който изскача от единия край.

Днес лазери се срещат почти навсякъде, като се започне от касите в бакалиите и се стигне до фиброоптичните кабели, пренасящи сигнала на интернет, до лазерните принтери и сидиплейърите, до модерните компютри. Те се използват също и в очната хирургия, за премахване на татуировки и дори в козметичните салони. През 2004 г. по целия свят са били продадени лазери на стойност повече от 5,4 милиарда долара.

ТИПОВЕ ЛАЗЕРИ И ЯДРЕН СИНТЕЗ

Почти всеки ден биват изобретявани нови лазери, тъй като се откриват нови материали, които могат да лазират, и се изобретяват нови начини за напомяване на енергия в междинната среда.

Въпросът е дали някои от тези технологии са подходящи за конструирането на лъчево оръжие или светлинен меч. Възможно ли е да бъде конструиран лазер, който да бъде достатъчно мощен, за да захрани с енергия една Звезда на смъртта? Днес съществува объркващо разнообразие от лазери, които зависят от материала, който лазира, и от енергията, която бива инжектирана в материала (електричество, интензивни лъчи светлина, дори химични експлозии). Към тях спадат:

— *Газовите лазери.* Тези лазери включват хелио-неоновите лазери, които са много разпространени и които генерират известния червен лъч. Те се захранват с енергия от радиовълни или електрически ток. Хелио-неоновите лазери са много слаби. Но въглеродно-диоксидните газови лазери могат да се използват за взривяване, рязане и заваряване в тежката индустрия, защото генерират лъчи с огромна мощност, които са напълно невидими.

— *Химичните лазери.* Тези мощни лазери се захранват с енергия от химична реакция като изгарянето на струя от етилен и азотен трифлуорид, или NF_3 . Такива лазери са достатъчно мощни, за да се използват за военно приложение. Химични лазери се използват в американските военновъздушни и наземни установки, които могат да произведат милиони ватове енергия и имат предназначението да свалят ракети с малък обхват по време на полет.

— *Ексимерни лазери.* Тези лазери също се захранват от химични реакции, които често включват някакъв инертен газ (аргон, криптон или ксенон), както и флуор или хлор. Те генерират ултравиолетова светлина и могат да се използват за гравирането на миниатюрни транзистори върху чипове в полупроводниковата индустрия или за лазерна очна хирургия.

— *Твърдотелни лазери.* Първият действащ лазер, създаван някога, се състои от хромосапфирен рубинов кристал. Голямо множество най-различни кристали подпомагат един лазерен лъч заедно с итрий, холмий, тулий и други химикали. Те могат да генерират високоенергийни ултракъси импулси лазерна светлина.

— *Полупроводникови лазери.* Диоди, които обикновено се използват в полупроводниковата индустрия, могат да генерират интензивни лъчи, използвани при индустриалното рязане и заваряване. Те се срещат често в касите на бакалиите, където четат баркодовете на вашите покупки.

— *Багрилни лазери.* Тези лазери използват органични бои като междинна среда. Те са изключително полезни от гледна точка на генерирането на ултракъси импулси светлина, които често продължават да съществуват само трилиони части от секундата.

ЛАЗЕРИ И ЛЪЧЕВИ ОРЪДИЯ?

Като се имат предвид огромното разнообразие от лазери с търговско приложение и мощността на военните лазери, защо не притежаваме лъчеви оръжия, които да бъдат достъпни за употреба в бой и на бойното поле? Един или друг вид лъчеви оръжия, изглежда, са стандартното въоръжение в научнофантастичните филми. Защо не се работи за тяхното създаване?

Простият отговор гласи: поради липсата на преносим енергиен пакет. Човек би се нуждаел от миниатюрни енергийни пакети, които съдържат енергията на огромна електростанция, но са достатъчно малки, за да прилегнат на вашата длан. Понастоящем единственият начин да бъде впрегната на работа една голяма електростанция за търговски цели е да бъде изградена такава. В момента най-малкото преносимо военно устройство, което може да съдържа огромни количества енергия, е една миниатюрна водородна бомба, която би могла да унищожи и вас заедно с целта.

Съществува и втори, съпътстващ проблем — стабилността на лазиращия материал. Теоретично няма ограничение на енергията, която човек може да концентрира в един лазер. Проблемът се състои в това, че лазиращият материал в едно ръчно лъчево оръжие не би бил стабилен. Кристалните лазери например ще се нагорещат прекалено много и ще се строшат, ако в тях бъде наpomпана прекалено много енергия. От това следва, че за да създаде изключително мощен лазер от вида, който би могъл да изпари един обект или да неутрализира противник, на човек би могло да му се наложи да използва енергията от една експлозия. В този случай стабилността на лазиращия материал

не е такова ограничение, тъй като подобен лазер ще се използва само веднъж.

Заради проблемите при създаването на преносим енергиен пакет и стабилен лазиращ материал конструирането на ръчно лъчево оръжие не е осъществимо с помощта на днешните технологии. Лъчевите оръжия са възможни, но само ако са свързани с кабел към енергиен източник. Или може би с помощта на нанотехнологията бихме могли да създадем миниатюрни батерии, които да съхраняват или генерират достатъчно енергия, за да създадат силните избухвания на енергия, от които ще се нуждае едно ръчно устройство. Понастоящем, както видяхме, нанотехнологията е твърде примитивна. На атомно равнище учените успяха да създадат атомни устройства, които са изкусно направени, но са непрактични — става дума за атомното сметало и атомната китара. Но можем да си представим, че в края на този век или в следващия нанотехнологията може да бъде в състояние да ни даде миниатюрни батерии, които могат да съхраняват такива приказни количества от енергия.

Светлинните мечове страдат от подобен проблем. Когато филмът „Междузвездни войни“ излезе по екраните през 70-те години на XX в. и светлинните мечове станаха отлично продаваща се играчка за деца, много критици изтъкваха, че подобно устройство никога не би могло да бъде направено. Първо, невъзможно е да се втвърди светлината. Светлината винаги се движи със скоростта на светлината и не може да бъде втвърдена. Второ, светлинните лъчи не завършват някъде посред въздуха като светлинните мечове, използвани в „Междузвездни войни“. Светлинните лъчи продължават да се движат вечно. Острието на един истински светлинен меч би стигало до небето.

В действителност има начин да се конструира някакъв вид светлинен меч, използващ плазма или свръхнагорещен йонизиран газ. Плазмата може да бъде нагорещена достатъчно, за да свети в мрака и също така да разрязва стомана. Един плазмен светлинен меч би представлявал тънка куха пръчка, която се изхлужва от дръжката като телескоп. Вътре в тази тръба се отделя гореща плазма, която след това изскача през малки дупки, поставени на еднакви разстояния по пръчката. Докато плазмата изтича от дръжката и минава през дупките, тя ще създаде дълга светеща тръба от свръхнагорещен газ, който е

достатъчен за стопяването на стомана. Това устройство се нарича още плазмен факел.

Така че е възможно да бъде създадено високоенергийно устройство, което прилича на светлинен меч. Но както в случая с лъчевите оръжия, ще ви се наложи да създадете високоенергиен преносим пакет. Или пък ще са ви необходими дълги кабели, които да свързват светлинния лъч с източник на енергия, или пък ще трябва да създадете, посредством нанотехнология, съвсем малък енергиен източник, който би могъл да предава огромни количества от енергия.

Затова, макар и да е възможно създаването на лъчеви оръжия и светлинни мечове в някаква форма днес, ръчните оръжия, срещани в научнофантастичните филми, са отвъд възможностите на днешните технологии. Но в края на този век или през следващия с помощта на нови разработки в областта на материалната наука, а също и на нанотехнологиите, някаква форма на лъчево оръжие би могла да бъде разработена, което прави от нея технология, спадаща към Клас I на невъзможните неща.

ЕНЕРГИЯТА, НЕОБХОДИМА НА ЕДНА ЗВЕЗДА НА СМЪРТТА

За да създаде лазерно оръдие от типа Звезда на смъртта, което може да унищожи цяла планета и да тероризира една галактика, такова оръдие, каквото е представено в „Междувъзвездни войни“, човек би трябвало да създаде най-мощния лазер, който можем да си представим изобщо. В момента някои от най-мощните лазери на Земята се използват, за да достигат температури, които се срещат само в центъра на звездите. Във формата на ядрено-синтезните реактори те биха могли един ден да впрегнат на работа енергийната мощ на звездите тук, на Земята.

Ядрено-синтезните машини се опитват да имитират това, което става в открития космос по време на образуването на звезда. Една звезда започва съществуването си като огромно кълбо от безформен водород, докато притеглянето сгъсти газа и по този начин го нагорещи. Накрая температурите достигат астрономически равнища. Дълбоко вътре в ядрото на една звезда например температурите могат да се покачат, варирайки между 50 милиона и 100 милиона градуса по Целзий, а това е достатъчно горещо, за да накара водородните ядра да се блъскат едно в друго, създавайки хелиеви ядра и избухване на

енергия. Синтезът на водорода в хелий, посредством който малко количество от масата се преобразува в експлозивната енергия на една звезда чрез знаменитото уравнение на Айнщайн $E=mc^2$, е енергийният източник на звездите.

Има два начина, по които учените понастоящем се опитват да впрегнат на работа ядрения синтез тук, на Земята. И двата обаче се оказват много по-трудни за разработване; отколкото се очаква.

ИНЕРЦИАЛНО ОГРАНИЧАВАНЕ НА ЯДРЕНИЯ СИНТЕЗ

Първият метод се нарича „инерциално ограничаване“. Той използва най-мощните лазери на Земята, за да създадат парче от Слънцето в лабораторни условия. Един неодимиев стъклен твърдотелен лазер е напълно способен да удвои набъбващите температури, които се срещат само в ядрото на една звезда. Тези лазерни системи имат размера на голяма фабрика и съдържат батарея от лазери, които изстрелват серия от успоредни лазерни лъчи по дълъг тунел. Високоенергийните лазерни лъчи след това се удрят в серия от малки огледала, подредени около сфера. Огледалата фокусират лазерните лъчи по еднакъв начин върху съвсем малко, богато на водород топче (направено от вещества като литиевия деутерид — активното вещество в една водородна бомба). Топчето обикновено е голямо колкото главата на топлийка и тежи само 10 милиграма.

Взривът на лазерната светлина изпепелява повърхността на топчето, принуждавайки я да се изпари и да сгъсти топчето. Докато топчето се сплесква, бива създадена шокова вълна, която достига ядрото на топчето и довежда до покачване на температурите с милиони градуси, което е достатъчно за преобразуването на водородните ядра в хелий чрез ядрен синтез. Температурите и наляганията са толкова астрономически, че бива спазен „критерият на Лосън“ — същият критерий, който се спазва във водородните бомби и в ядрото на звездите. (Критерият на Лосън гласи, че трябва да се поддържа специфична гама от температури, плътност и време на ограничаване, за да се отприщи процесът на ядрен синтез в една водородна бомба, в звезда или в ядрено-синтезна машина.)

По време на инерциалния ограничителен процес се отделят огромни количества енергия, включително неутрони. (Литиевият деутерид може да достига температури от 100 милиона градуса по

Целзий и плътност, която е двадесет пъти по-голяма от тази на графита.) След това от топчето избухват неутрони, които се удрят в сферичния горен пласт, образуван от материала, обграждащ камерата, и този слой се нагорещява. После нагорещеният горен пласт нагорещява водата и парата може да се използва за захранване на турбина и за производство на електричество.

Проблемът обаче се крие във възможността за равномерно фокусиране на подобна интензивна енергия върху едно съвсем малко сферично топче. Първият сериозен опит за създаването на лазерен ядрен синтез бил лазерът „Шива“ — двадесетлъчева лазерна система, изградена в Националната лаборатория „Лорънс Ливърмор“ (LLNL) в Калифорния, която започнала работа през 1978 година. (Шива е индийски многорък бог и богиня, имитиран при конструирането на лазерната система.) Действието на лазерната система „Шива“ било разочароващо, но се оказало достатъчно, за да докаже, че лазерният ядрен синтез е осъществим в техническо отношение. След това лазерната система „Шива“ е заменена от лазера „Нова“, чиято енергия била десет пъти по-голяма от тази на „Шива“. Но лазерът „Нова“ също не успял да осъществи правилно запалване на топчето. Независимо от това той прокарал пътя за сегашните изследвания в Националното запалително съоръжение (NIF), чието изграждане започнало през 1997 г. в LLNL.

NIF е чудовищна машина, която се състои от батарея от 192 лазерни лъча с огромната мощност от 700 трилиона вата енергия (мощността на около 700 000 големи термоядрени инсталации, концентрирана в едно-единствено избухване на енергия.) Това е лазерна система, последна дума на техниката, чието предназначение е да постигне пълното запалване на богати на водород топчета. (Критиците са изтъквали нейното очевидно предназначение за военни цели, тъй като тя може да симулира детонацията на водородна бомба и да направи възможно създаването на ново ядрено оръжие — чиста ядрено-синтезна бомба, която не се нуждае от уранова или плутониева атомна бомба за стартиране на процеса на ядрен синтез.)

Но дори лазерната ядрено-синтезна машина NIF от най-мощните лазери на Земята не може да се приближи до опустошителната мощ на Звездата на смъртта от „Междузвездни войни“. За да конструираме

подобно устройство, трябва да се насочим към други източници на енергия.

МАГНИТНО ОГРАНИЧАВАНЕ НА ЯДРЕНИЯ СИНТЕЗ

Вторият метод, който учените потенциално биха могли да използват, за да запазят с енергия една Звезда на смъртта, се нарича „магнитно ограничаване“ — процес, по време на който гореща плазма от водороден газ се побира в рамките на едно магнитно поле. На практика този метод би могъл наистина да осигури прототипа на първите ядрено-синтезни реактори с търговско приложение. Понастоящем най-напредналият ядрено-синтезен проект от този тип е Международният термоядрен експериментален реактор (ITER). През 2006 г. коалиция от нации (която включваше Европейския съюз, Съединените щати, Китай, Япония, Корея, Русия и Индия) реши да изгради ITER в Кадараш, Южна Франция. Той е проектиран да нагорещява водородния газ до 100 милиона градуса по Целзий. Би могъл да стане първият ядрено-синтезен реактор в историята, който генерира повече енергия, отколкото консумира. Проектиран е да генерира 500 мегавата енергия за 500 секунди (сегашният рекорд е 16 мегавата за 1 секунда). ITER трябва да генерира своята първа плазма до 2016 г. и ще влезе напълно в действие през 2022 година. С цена 12 милиарда долара, той е третият по големина най-скъп научен проект в историята (след „Проекта Манхатън“ и Международната космическа станция).

ITER прилича на голяма поничка, като водородният газ циркулира вътре и огромни намотки от жица се извиват по повърхността. Намотките се охлаждат, докато станат суперпроводящи, и след това в тях се напompва огромно количество енергия, създавайки магнитно поле, което ограничава плазмата вътре в поничката. Когато в поничката бъде пуснат електрически ток, газът се нагорещява до звездни температури.

Причината, поради която учените се вълнуват толкова от ITER, е перспективата да бъде създаден евтин енергиен източник. Горивото, доставяно за ядрено-синтезните реактори, е обикновена морска вода, която е богата на водород. Поне на хартия, ядреният синтез може да ни снабди с неизчерпаема евтина енергия.

В такъв случай защо не притежаваме още сега ядрено-синтезни реактори? Защо са били нужни толкова десетилетия за постигането на напредък, след като процесът на ядрен синтез е бил очертан още през 50-те години на ХХ век? Проблемът се е състоял в дяволски трудното компресиране на водородното гориво по еднакъв начин. В звездите гравитацията компресира водородния газ във формата на съвършена сфера, затова газът се нагорещява равномерно и чисто.

В лазерния ядрен синтез, осъществяван в NIF, концентричните лъчи на лазерната светлина, които изпепеляват повърхността на топчето, трябва да бъдат съвсем еднакви, но е изключително трудно да бъде постигната подобна еднаквост. В магнитно-ограничителните машини магнитните полета притежават и северни, и южни полюси. В резултат на това равномерното компресиране на газа във формата на сфера е изключително трудно. Максималното, на което сме способни, е да създадем магнитно поле с формата на поничка. Но компресирането на газа е подобно на стискането на балон. Всеки път когато стиснете балона в единия край, въздухът предизвиква издуване някъде другаде. Равномерното стискане на балона, което протича едновременно във всички посоки, е голямо предизвикателство. Обикновено горещият газ изтича от магнитната бутилка, като накрая влиза в досег със стените на реактора и процесът на ядрен синтез се прекратява. Ето защо се оказва толкова трудно да бъде притискан водородният газ за повече от около една секунда.

За разлика от сегашното поколение ядрено-синтезни термоядрени енергийни инсталации един ядрено-синтезен реактор няма да създава големи количества ядрени отпадъци. (Всяка традиционна инсталация, в която протича деление на атома, произвежда годишно 50 т ядрени отпадъци на изключително високо равнище. За разлика от тях ядрените отпадъци, създавани от машина, в която се осъществява ядрен синтез, ще се състоят предимно от радиоактивна стомана, която ще остане, когато реакторът прекрати окончателно работата си.)

Ядреният синтез няма да разреши напълно проблема, създаван от енергийната криза на Земята в близко бъдеще. Френският Нобелов лауреат по физика Пиер-Жил дьо Жен казва: „Намеренията са да пхнем Слънцето в кутия. Идеята е хубава. Проблемът е, че не знаем как да направим кутията.“ Но ако всичко върви по план,

изследователите се надяват, че в рамките на четиридесет години ITER може да проправи пътя за комерсиализацията на ядрено-синтезната енергия, която може да осигури електричество за нашите домове. Един ден ядрено-синтезните реактори ще облекчат нашия енергиен проблем, като отделят по безопасен начин енергията на слънцето тук, на Земята.

Но дори магнитно-ограничителните ядрено-синтезни реактори не биха осигурили достатъчно енергия за храненето на оръжие от типа Звезда на смъртта. За тази цел ще имаме нужда от съвсем нова конструкция.

ЗАДВИЖВАНИ ОТ ЯДРЕНА ЕНЕРГИЯ РЕНТГЕНОВИ ЛАЗЕРИ

Има още една възможност за симулиране на лазерно оръдие от типа Звезда на смъртта с помощта на известна днес технология и това е възможността, която може да се реализира с помощта на водородна бомба. Батарея от рентгенови лазери, които овладяват и фокусират енергията на термоядрени оръжия, би могла на теория да генерира достатъчно енергия, за да задвижи устройство, което да изпепели цяла планета.

Ядрената сила, скрита в обект с малко тегло, води до отделянето на около 100 милиона пъти повече енергия от една химична реакция. Парче обогатен уран, което е не по-голямо от бейзболна топка, е достатъчно за изпепеляването на цял град, като е достатъчно дори само 1 процент от масата му да бъде превърнат в енергия. Както посочихме, има много начини за инжектирането на енергия в лазерен лъч. Досега най-подходящият от всички тях е да бъде използвана силата, отприщена от атомна бомба.

Рентгеновите лазери притежават огромен научен и военен потенциал. Заради своята много къса вълнова дължина те могат да се използват, за да се изследват атомни разстояния и да се дешифрира атомната структура на сложни молекули — постижение, което е изключително трудно реализуемо с помощта на досегашните методи. Пред вас се разкрива цял нов изглед към химичните реакции, при който ще можете да „видите“ самите атоми, докато се движат и се подреждат правилно вътре в една молекула.

Тъй като една водородна бомба излъчва огромно количество енергия в рентгеновия обхват, рентгеновите лазери могат също да се хранят с енергия от термоядрени оръжия. Човекът, който е свързан

най-тясно с рентгеновия лазер, е физикът Едуард Телър — бащата на водородната бомба.

Телър обаче бил физикът, който свидетелствал пред Конгреса през 50-те години на XX в., че на Робърт Опенхаймер, който оглавявал „Проекта Манхатън“, не може да се окаже доверието да работи върху водородната бомба заради политическите му убеждения. Свидетелските показания на Телър довели до изпадането в немилост на Опенхаймер и до отнемането на разрешителното му за работа в обект, свързан с националната сигурност. Мнозина видни физици никога не простили на Телър това, което сторил.

(Собствените ми контакти с Телър датират от времето, когато бях в гимназията. Проведох серия от експерименти върху естеството на антиматерията и спечелих голямата награда на научното изложение в Сан Франциско, както и пътуване до Националното научно изложение в Албъкърки, Ню Мексико. По местната телевизия ме показаха заедно с Телър, който се интересуваше от талантиливи млади физици. Накрая ме наградиха със стипендията за инженерство „Херц“, която изплати моето колежанско образование в Харвард. Оpozнах много добре семейството на Телър благодарение на поканите да посетя дома му в Бъркли по няколко пъти годишно.)

По същество рентгеновият лазер на Телър представлява малка атомна бомба, обградена от медни пръти. Детонирането на ядреното оръжие отприщва сферична шокова вълна от интензивни рентгенови лъчи. След това тези енергийни лъчи минават през медните пръти, които действат като лазиращ материал, като фокусират енергията на рентгеновите лъчи в интензивни снопове. Впоследствие тези снопове от рентгенови лъчи биха могли да бъдат насочени срещу вражеските бойни глави. Разбира се, подобно устройство би могло да бъде използвано само веднъж, тъй като термоядрената детонация кара рентгеновия лазер да се самоунищожи.

Първоначалният тест на задвижван с ядрена енергия рентгенов лазер бил наречен „тестът Кабра“ и е проведен през 1985 г. в една подземна шахта. Била детонирана водородна бомба, чийто порой от некохерентни рентгенови лъчи след това бил фокусиран в кохерентен рентгенов лазерен сноп. Първоначално тестът бил сметнат за успешен и на практика през 1985 г. вдъхновил президента Роналд Рейгън да обяви намерението си да изгради отбранителния щит „Звездни войни“.

Така било приведено в действие едно многомилиардно усилие за изграждането на серия устройства като задвижвания с ядрена енергия рентгенов лазер, който да сваля вражеските междуконтинентални балистични ракети. (По-късно разследването показало, че детекторът, използван за извършване на измерванията по време на „теста Кабра“, е бил унищожен. От това следва, че не може да се вярва на показанията му.)

Може ли подобно противоречиво устройство да бъде използвано на практика днес за свалянето на бойните глави на междуконтинентални балистични ракети? Може би. Но един враг би могъл да използва по-прости и евтини методи за неутрализирането на такива оръжия (например да пусне примамки, които да заблудят радара да завърти бойните си глави така, че да разпръсват рентгеновите лъчи, или да използва химична обвивка за защита от рентгеновия сноп.) Или пък просто да произведе серийно бойни глави, които да проникнат през отбранителния щит „Звездни войни“.

Затова един задвижван от ядрена енергия рентгенов лазер е непрактичен днес в качеството си на ракетна защитна система. Възможно ли е изобщо създаването на Звезда на смъртта, която да бъде използвана срещу приближаващ астероид или за унищожаването на цяла планета?

ФИЗИКАТА НА ЕДНА ЗВЕЗДА НА СМЪРТТА

Могат ли да бъдат създадени оръжия, които са в състояние да унищожат цяла планета, както става в „Междузвездни войни“? На теория отговорът е положителен. *Има* няколко начина, по които те биха могли да бъдат създадени.

Първо, няма физическо ограничение на енергията, която се отделя от една водородна бомба. Ето как работи тя. (Точното описание на конструкцията на водородната бомба е свръхсекретно, но главните характеристики са добре известни.) Създаването на водородната бомба протича на много етапи. Чрез правилно подреждане на тези етапи в серия човек би могъл да произведе атомна бомба с почти произволна големина.

Първият етап е стандартна бомба, в която се осъществява деление на атома с използването на енергия от уран-235 за предизвикване на избухване на рентгенови лъчи, както е станало в

бомбата, пусната над Хирошима. За частица от секундата, преди взривът на атомната бомба да унищожи всичко наоколо, разширяващата се сфера от рентгенови лъчи изпреварва взрива (тъй като се движи със скоростта на светлината) и се фокусира върху контейнера с литиев деутерид — активното вещество в една водородна бомба. (Все още е засекретено точно как става това.) Рентгеновите лъчи, които се удрят в литиевия деутерид, го карат да се сплеска и да се нагорещи до милиони градуси, предизвиквайки втора експлозия, която е много по-силна от първата. Избухването на рентгенови лъчи от тази водородна бомба след това може да се фокусира върху второ парче от литиев деутерид, което лежи до първото, и да се получи водородна бомба с невъобразима мощност. На практика най-голямата водородна бомба, създавана някога, е една двуетапна бомба, детонирана от Съветския съюз през 1961 г., в която е била натъпкана енергията на 50 милиона тона тротил, въпреки че теоретично тя била способна на взрив с мощност над 100 милиона тона тротил (или другояче казано, имала е мощност около пет хиляди пъти по-голяма от тази на бомбата, пусната над Хирошима).

Изпепеляването на цяла планета обаче е способност от съвсем различна величина. За да постигне това, Звездата на смъртта би трябвало да изстреля хиляди такива рентгенови лазери в Космоса, които на свой ред да стрелят едновременно. (За сравнение нека си спомним, че в разгара на Студената война Съединените щати и Съветският съюз натрупаха по около тридесет хиляди атомни бомби.) Общата енергия от такъв огромен брой рентгенови лазери би била достатъчна за изпепеляването на повърхността на която и да е планета. Така че е напълно възможно Галактическа империя, отстояща от нас на стотици хиляди години в бъдещето, да създаде подобно оръжие.

Пред една много напреднала цивилизация се разкрива и втора възможност: да създаде Звезда на смъртта, като използва енергията на един излъчвател на гама-лъчи. Подобна Звезда на смъртта би предизвикала избухване на радиация, което отстъпва по мощност само на Големия взрив. Излъчвателите на гама-лъчи се срещат в естествени условия в открития космос, но една напреднала цивилизация би могла да овладее тяхната огромна мощ. Чрез контролирането на въртенето на една звезда много преди тя да претърпи колапс и да предизвика

образуването на свръхнова човек би могъл да насочи излъчвателя на гама-лъчи към всяка точка в Космоса.

ИЗЛЪЧВАТЕЛИ НА ГАМА-ЛЪЧИ

Излъчвателите на гама-лъчи били забелязани за първи път през 70-те години на ХХ в., когато американските военни изстреляли спътника „Вела“, за да откриват „святкания от атомни бомби“ (доказателство за неразрешено детониране на атомни бомби). Но вместо да забележи такива „святкания“, спътникът „Вела“ открил следи от огромни избухвания на радиация в Космоса. Първоначално откритието предизвикало паника в Пентагона дали Съветите не са тествали ново ядрено оръжие в открития космос. По-късно било установено, че тези избухвания на радиация идват еднакво от всички посоки на небето, което означава, че те в действителност произхождат от точка, разположена извън Млечния път. Но ако произходът им е бил извън Галактиката, то те трябвало да отделят наистина астрономически количества от енергия, достатъчни за осветяването на цялата видима вселена.

Когато Съветският съюз се разпадна през 1990 г., огромно количество астрономически данни изведнъж бяха декласифицирани от Пентагона. Те изумиха астрономите, които осъзнаха, че са се натъкнали на ново мистериозно явление, което ще наложи пренаписването на учебниците по различните науки.

Тъй като излъчвателите на гама-лъчи продължават да съществуват в рамките на няколко секунди или минути, преди да изчезнат, за тяхното разпознаване и анализиране е необходима сложна система от сензори. Първо, спътници откриват първоначалното избухване на радиация и изпращат точните координати на излъчвателя на Земята. След това координатите биват препредадени на оптични или радиотелескопи, които се опитват да установят точното местонахождение на излъчвателя на гама-лъчи.

Въпреки че много подробности тепърва трябва да бъдат изяснени, според една теория за произхода на излъчвателите на гама-лъчи те са „свръхнови“ с огромна мощ, които оставят масивни черни дупки подире си. Изглежда, излъчвателите на гама-лъчи са чудовищни черни дупки в процес на образуване.

Но черните дупки излъчват две „струи“ от радиация, една от северния полюс и една от южния полюс, подобно на въртящ се връх. Забелязаната радиация от един далечен излъчвател на гама-лъчи очевидно е една от струите, която е привлечена към Земята. Ако струята от един излъчвател на гама-лъчи бъде насочена към Земята, а той се намира в околностите на нашата галактика (на няколкостотин светлинни години от Земята), то нейната мощ ще бъде достатъчна за унищожаването на всички живи същества на планетата.

Първоначално рентгеновият импулс на излъчвателя на гама-лъчи ще създаде електромагнитен импулс, който ще унищожи цялото електронно оборудване на Земята. Неговият интензивен сноп от рентгенови и гама-лъчи ще бъде достатъчен за увреждането на атмосферата на Земята, което ще унищожи защитния озонов слой. След това струята от излъчвателя на гама-лъчи ще повиши температурите на повърхността на Земята, като накрая ще предизвика чудовищни огнени бури, които ще погълнат цялата планета. Излъчвателят на гама-лъчи може да не предизвика действително експлозията на цялата планета, както става във филма „Междузвездни войни“, но със сигурност ще унищожи всичко живо, като остави след себе си една обгорена и оголена планета.

Можем да си представим, че цивилизация, която ни е изпреварила в развитието си със стотици хиляди или милиони години, би могла да бъде в състояние да насочи такава черна дупка към дадена цел. Това би могло да се направи чрез отклоняването на пътя на планети и на неутронни звезди към умиращата звезда под определен ъгъл точно преди тя да изпадне в колапс. Отклонението ще бъде достатъчно за промяна на оста на въртене на звездата, така че тя да може да бъде насочена в определена посока. По този начин една умираща звезда би могла да се превърне в най-голямото възможно лъчево оръжие.

В резюме, употребата на мощни лазери за създаването на преносими или ръчни лъчеви оръжия и светлинни мечове може да се класифицира като спадаща към Клас I на невъзможните неща — нещо, което е възможно в близко бъдеще или може би в рамките на век. Но изключителното предизвикателство да бъде насочена една въртяща се звезда, преди да избухне и да се превърне в черна дупка, и да бъде преобразувана в Звезда на смъртта спада към Клас II на невъзможните

неща — нещо, което очевидно не нарушава законите на физиката (такива излъчватели на гама-лъчи съществуват), но би могло да стане възможно чак след няколко хиляди или милиони години.

[1] Нацистите изпратили също един екип в Индия, за да проучи някои древни твърдения в митологията на индусите (подобни на сюжетната линия на „Похитители на изчезналия кивот“). Нацистите се интересували от епоса Махабхарата, в който били описвани странни мощни оръжия, които включвали летящи кораби. ↑

[2] Филми като този са разпространили голям брой погрешни представи за лазерите. В действителност лазерните лъчи са невидими, ако не бъдат разсеяни от частици във въздуха. Затова, когато Том Круз трябваше да се промъкне през лабиринт от лазерни лъчи в „Мисията невъзможна“, решетката от лазерни лъчи трябваше да бъде невидима, а не червена. Също така в много битки с лъчеви оръжия във филмите можете наистина да видите как лазерните импулси профучават през една стая, което е невъзможно, тъй като лазерната светлина се движи със скоростта на светлината, която е 186 000 мили (300 000 километра) в секунда. ↑

[3] Asimov and Schulman, с. 124. ↑

4. ТЕЛЕПОРТАЦИЯ

*Колко е хубаво, че се натъкнахме на парадокс. Сега има
някаква надежда да постигнем напредък.*

Нилс Бор

Не мога да променя законите на физиката, капитане!

Скоти, главният инженер в
„Стар Трек“

Телепортацията или способността един човек или предмет да бъде прехвърлен мигновено от едно място на друго, е технология, която би могла да промени хода на развитието на цивилизацията и съдбата на нациите. Тя би променила безвъзвратно и правилата за водене на война. Армиите ще телепортират свои части зад вражеската линия или просто ще се телепортират при вражеското командване и ще го пленят. Днешните транспортни системи — от колите и корабите до самолетите и влаковете, както и индустрията, обслужваща тези системи — ще станат отживелица. Ние просто ще се телепортираме на местоработата си, както и стоките на пазара. Отпуските ни ще протичат безпроблемно, тъй като за миг ще се телепортираме до съответната дестинация. Телепортацията наистина би променила всичко.

Най-ранното споменаване за телепортация може да бъде открито в религиозни текстове като Библията, където духове отвличат хора.^[1] Откъсът от Деяния на св. апостоли в Новия завет, който следва, изглежда, има предвид телепортацията на Филип от Газа в Азот: „Когато пък излязоха из водата, Дух Светий слезе върху скопеца, а Филипа грабна Ангел Господен; и скопецът го вече не видя, и радостен продължи пътя си. А Филип се озова в Азот и, през дето минаваше, благовестеше по всички градове, докато стигна в Кесария.“ (Деяния, 8:39–40).

Телепортацията е и артикул от торбата с трикове и илюзии на всеки магьосник: изваждането на зайци от шапка, на карти от ръкавите, на монети иззад нечий уши. Един от по-амбициозните магически трикове напоследък включва слон, който изчезва пред очите на смаяната публика. По време на тази демонстрация огромен слон, който тежи тонове, беше поставен в клетка. После, с едно замахване на вълшебната пръчица на магьосника, слонът изчезна за най-голямо удивление на публиката. (Разбира се, в действителност слонът не изчезна. Трикът се извършва с помощта на огледала. Дълги тънки вертикални огледални ивици са поставени зад всяка пръчка на клетката. Подобно на порта, всяка от тези вертикални огледални ивици можеше да бъде накарана да се завърти около оста си. В началото на магическия трик, когато всички тези вертикални огледални ивици бяха подредени в права линия зад пръчките, огледалата не могат да се забележат и слонът се вижда. Но когато огледалата се завъртят на 45 градуса и се обърнат с лице към публиката, слонът изчезна, а публиката остана да гледа втренчено към отразеното изображение отстрани на клетката.)

ТЕЛЕПОРТАЦИЯ И НАУЧНА ФАНТАСТИКА

Най-ранното споменаване на телепортацията в научната фантастика е в разказа на Едуард Пейдж Мичъл „Човекът без тяло“, публикуван през 1877 година. В този разказ един учен успял да разглоби една котка на отделни атоми и да ги предаде по телеграфна жица. За съжаление батерията се изчерпала, докато ученият опитвал да телепортира самия себе си. Само главата му била телепортирана успешно. — Сър Артър Конан Дойл, прочут най-вече с романите си за Шерлок Холмс, бил омагьосан от идеята за телепортацията.^[2] След като години наред писал детективски романи и повести, поредицата от книги за Шерлок Холмс започнала да му омръзва и накрая той убил своя герой, като го накарал да се бори до смърт с професор Мориарти над един водопад и да падне в него. Но общественият протест бил толкова силен, че Дойл бил принуден да възкреси детектива си. Тъй като не можел да погуби Шерлок Холмс, Дойл решил да създаде съвсем нова поредица, в която главна роля играел професор Челинджър — съответствието на Шерлок Холмс. И двамата притежавали бърз ум и остра наблюдателност, с които разгадавали

мистериите. Но докато мистър Холмс използвал студената, дедуктивна логика, за да разрешава сложните случаи, професор Челинджър изследвал тъмния свят на спиритуалните и паранормалните явления, включително телепортацията. В романа от 1927 г. „Дезинтеграционната машина“ професорът среща случайно един джентълмен, който бил изобретил странна машина. Тя можела да дезинтегрира едно лице и след това да го сглоби отново някъде другаде. Но професор Челинджър се ужасил, когато изобретателят се похвалил, че неговото изобретение би могло, ако попадне в неподходящи ръце, да унищожи цели градове с милиони хора в тях само с едно натискане на бутона. Професор Челинджър използвал машината, за да дезинтегрира изобретателя и напуснал лабораторията, без да го сглоби наново.

Холивуд открива телепортацията относително късно. Филмът от 1958 г. „Мухата“ показва нагледно какво може да се случи, когато телепортирането протече не така, както трябва. Когато един учен се телепортира от единия в другия край на една стая, атомите му се смесват с тези на една муха, която случайно е попаднала в телепортационната камера, затова ученият се превръща в гротескно видоизменено чудовище — получовек-полумуха. (През 1986 г. по кината беше пуснат римейк с участието на Джеф Голдблум в главната роля.)

За първи път телепортацията заема видно място в популярната култура с появата на сериала „Стар Трек“. Създателят на „Стар Трек“ Джин Родънбъри въвежда телепортацията в сериала, защото бюджетът на „Парамаунт Студио“ не позволявал скъпите специални ефекти, необходими за симулирането на ракетни кораби, които да излитат и кацат на далечни планети. Било по-евтино екипажът на „Ентърпрайс“ просто да бъде прехвърлен на желаното място.

През годините учените не са спирали да отправят възражения срещу възможността да бъде осъществено телепортиране. За да телепортирате някого, трябва да знаете точното място на всеки атом в едно живо тяло, което би нарушило принципа на неопределеността на Хайзенберг (който гласи, че не можете да знаете и точното местоположение, и скоростта на един електрон.) Отстъпвайки пред критиците, режисьорите на сериала „Стар Трек“ въвеждат „Хайзенбергови компенсатори“ в транспортната стая, сякаш човек би

могъл да компенсира законите на квантовата физика, като добави една джаджа към транспортното устройство. Но както се оказва, необходимостта от създаване на тези Хайзенбергови компенсатори може да се окаже прибързана и критиците и учените от недалечното минало да грешат.

ТЕЛЕПОРТАЦИЯТА И КВАНТОВАТА ТЕОРИЯ

Според Нютоновата теория телепортацията, очевидно е невъзможна. Законите на Нютон се основават на идеята, че материята е съставена от съвсем малки, твърди билиардни топки. Обектите не се движат, докато не бъдат бутнати, не изчезват внезапно и не се появяват отново някъде другаде.

Но в квантовата теория точно това правят частиците. Законите на Нютон, които господствали в продължение на 250 години, загубили първенството си през 1925 г., когато Вернер Хайзенберг, Ервин Шрьодингер и техните колеги създали квантовата теория. Когато анализирали странните свойства на атомите, физиците открили, че електроните действат като вълни и могат да правят квантови скокове в своите привидно хаотични движения в рамките на атома.

Човекът, свързан най-тясно с тези квантови вълни, е виенският физик Ервин Шрьодингер. Той измислил знаменитото вълново уравнение, което носи неговото име и е едно от най-важните уравнения във физиката и химията. Цели курсове в гимназията са посветени на решаването на това уравнение и цели стени от библиотеките по физика са пълни с книги, които описват неговите следствия. По принцип всичко в химията може да бъде сведено до решенията на същото това уравнение.

През 1905 г. Айнщайн показал, че светлинни вълни притежават частичкоподобни свойства — т.е. могат да бъдат описани като пакети от енергия, наречени фотони. Но през 20-те години на ХХ в. за Шрьодингер станало очевидно, че е вярно и противоположното твърдение: че частици като електроните проявяват и вълноподобно поведение. Идеята била оповестена за първи път от френския физик Луи дьо Бройл, който спечелил Нобелова награда за това предположение. (На студентите в нашия университет ние правим следната демонстрация, за да онагледим обучението. Изстрелваме електрони във вътрешността на катодна тръба като тези в

телевизорите. Електроните минават през съвсем малка дупка, затова при нормални условия бихте очаквали да видите съвсем малка точка на мястото, където електроните се удрят в телевизионния екран. Вместо това се появяват концентрични вълноподобни пръстени, които бихте очаквали, ако през дупката беше минала вълна, а не насочена частица.)

Един ден Шрьодингер четял лекция за това любопитно явление. Един негов колега физик на име Питър Дебай му отправил предизвикателство, като го попитал, какво е вълновото уравнение на електроните, след като те биват описвани чрез вълни.

Откакто Нютон бил създал математическия анализ, физиците описвали вълните на езика на диференциалните уравнения, затова Шрьодингер приел въпроса на Дебай като предизвикателство да създаде диференциално уравнение за електронните вълни. Още същия месец той излязъл в отпуск и когато се върнал на работа, вече бил готов с уравнението. Така че както Максвел преди него бил взел силовите полета на Фарадей и извлякъл от тях уравненията за светлината, така и Шрьодингер взел вълните на материята на Дьо Бройл и извлякъл от тях уравненията за електроните.

(Историците на науката са положили усилия да проследят какво точно е правил Шрьодингер, когато е измислил своето знаменито уравнение, което променило завинаги ландшафта на модерната физика и химия. Шрьодингер бил почитател на свободната любов и често бил съпровождан по време на отпуските си освен от съпругата си, и от своите любовници. Той дори е направил подробно описание в дневника си на всичките си многобройни любовници, като е обозначил със сложни кодове всяка случайна среща. Историците са установили, че е бил във вила Хервиг в Алпите с една от своите приятелки през уикенда, в който е измислил уравнението.)

Когато започнал да решава своето уравнение за водородния атом, Шрьодингер открил за своя най-голяма изненада точните енергийни равнища на водорода, които били каталогизирани грижливо от физиците преди него. После осъзнал, че старата схема на атома, направена от Нилс Бор, на която електроните се движат с голяма скорост около ядрото (схема, която се използва и до днес в книгите и рекламните за символично представяне на модерната наука), в действителност е погрешна. Тези орбити би трябвало да бъдат заменени от вълни, които обграждат ядрото.

Трудът на Шрьодингер разпръснал шокови вълни из цялата физична общност. Изведнъж физиците успели да надзърнат в самия атом, да проучат подробно вълните, които съставят неговите електронни слоеве и да извлекат точни положения за тези енергийни равнища, които съответстват на данните.

Но учените продължавали да се измъчват от един въпрос, който и днес преследва физиката. Ако електронът се описва чрез вълна, то тогава какво представлява вълнението? На този въпрос отговорил физикът Макс Борн, според когото тези вълни представляват в действителност вероятностни вълни. Вълните разкриват само възможността един отделен електрон да бъде открит на някое място по някое време. С други думи, *електронът е частица, но вероятността да бъде открита тази частица ни се предоставя от вълната на Шрьодингер*. Колкото по-голяма е вълната, толкова по-голяма е възможността да бъде открита частицата в определена точка.

С тези разработки случайността и вероятността били въведени в самата същност на физиката, която преди това давала точни предположения и подробни траектории на частиците, като се започне от планетите и се стигне до кометите и оръдейните гюлета.

Тази неопределеност накрая била систематизирана от Хайзенберг, когато предложил принципа на неопределеността, т.е. представата, че не можете да знаете и точната скорост, и точното местоположение на един електрон по едно и също време.^[3] Нито пък можете да знаете каква точно е енергията му, когато бъде измервана в течение на даден период от време. На квантово равнище всичките основни закони на здравия разум биват нарушени: електроните могат да изчезват и да се появяват другаде, както и да се намират на много места по едно и също време.

(По ирония на съдбата Айнщайн — кръстникът на квантовата теория, който спомогнал за стартирането на революцията през 1905 г., и Шрьодингер, който съставил вълновото уравнение, били ужасени от въвеждането на случайността във фундаменталната физика. Айнщайн писал: „Квантовата механика заслужава голямо уважение. Но някакъв вътрешен глас ми нашепва, че тя не е правилното решение. Теорията предлага много, но тя едва ли ще ни приближи до тайната на Стареца (Бога). Що се отнася до мен, убеден съм, че Той не си играе на зарове.“^[4])

Теорията на Хайзенберг била революционна и противоречива — но давала резултати. С един замах физиците можели да обяснят огромен брой озадачаващи явления, които включвали законите на химията. За да покажа на моите студенти колко странна е квантовата теория, понякога ги моля да изчислят вероятността техните атоми изведнъж да се разпаднат и след това да се появят от другата страна на една тухлена стена. Подобна телепортация е невъзможна според Нютоновата физика, но се допуска от квантовата механика. Отговорът обаче гласи, че за да се случи това, човек трябва да чака по-дълго време, отколкото е необходимо за съществуването на една вселена. (Ако сте използвали компютър, за да начертаете графиката на вълната на Шрьодингер върху вашето тяло, ще откриете, че тя прилича много на всички негови характеристики, като изключим това, че изглежда малко неясна, тъй като някои от вашите вълни се излъчват във всички посоки. Някои от тях ще стигат чак до далечни звезди. Затова има вероятност, макар и малка, един ден да се събудите на някоя друга планета.)

Фактът, че електроните могат привидно да се намират на много места по едно и също време, лежи в самата основа на химията. Знаем, че електроните се въртят около ядрото на един атом, подобно на миниатюрна слънчева система. Но атомите и слънчевите системи са различни. Ако две слънчеви системи се сблъскат в открития космос, те се разпръсват и планетите се разлетяват надалеч. Но ако се сблъскат атоми, те често образуват молекули, които са стабилни, като си поделят електроните помежду си. В гимназиалните часове по химия учителите често илюстрират това с един „лепнат електрон“, който прилича на футболна топка и свързва в едно цяло двата атома.

Но това, което учителите по химия казват рядко на учениците си, е, че електронът изобщо не е „лепнат“ между двата атома. Тази „футболна топка“ в действителност представлява вероятността електронът да се намира на много места по едно и също време в рамките на същата тази футболна топка. С други думи, цялата химия, която обяснява молекулите вътре в нашите тела, се основава на идеята, че електроните могат да се намират на много места по едно и също време, и именно това споделяне на електрони между два атома крепи в едно цяло молекулите на нашето тяло. *Ако не беше квантовата теория, молекулите и атомите ни биха се разпаднали мигновено.*

Тази специфична, но трудна за разбиране особеност на квантовата теория (че има определена вероятност да се случат дори най-странните събития) била експлоатирана от Дъглас Адамс в неговия весел роман „Пътеводител на галактическия стопаджия“. Трябвал му подходящ начин за придвижване с голяма скорост през Галактиката, затова той изобретил безкрайно невероятността двигател, „чудесно изобретение, правещо възможно прекосяването на огромни междузвездни пространства за нищожно малка част от секундата, като при това се избягва онова досадно мотаене из хиперпространството“.^[5] Неговата машина ви дава възможност да промените вероятностите във всяко квантово събитие по своя воля, така че дори крайно неправдоподобни събития да станат обичайно явление. Така че, ако искате да стигнете до най-близката звездна система, просто ще трябва да промените вероятността, която ще ви материализира отново върху тази звезда, и готово! Ще се телепортирате незабавно там.

В действителността квантовите „скокове“, които са толкова обичайни вътре в атома, не могат да бъдат осъществени лесно в големи обекти като хора, в които има трилиони трилиони атоми. Дори ако електроните в нашето тяло танцуват и скачат по време на своето фантастично пътуване около ядрото, те са толкова много, че техните движения достигат едно средно число. Ето защо, общо казано, на нашето равнище веществата изглеждат твърди и постоянни.

Въпреки че телепортацията се допуска на атомно равнище, би трябвало да чакаме по-дълго време, отколкото е необходимо за съществуването на Вселената, за да станем наистина свидетели на тези странни ефекти на макроскопично равнище. Но може ли човек да използва законите на квантовата теория, за да създаде машина, която да телепортира всичко, което желае, както се случва в научнофантастичните романи? Удивително, но отговорът е „да, но с някои уговорки“.

ЕКСПЕРИМЕНТЪТ АПР

Ключът към квантовата телепортация се крие в една прочута статия от 1935 г., написана от Алберт Айнщайн и неговите колеги Борис Подолски и Натан Розен, които по ирония на съдбата предложили експеримента АПР (наречен така на тримата автори), за да

предотвратят веднъж завинаги въвеждането на вероятността във физиката. (Оплаквайки се от безспорните експериментални успехи на квантовата теория, Айнщайн писал: „Колкото по-голям успех постига квантовата теория, толкова по-глупава изглежда.“^[6])

Ако два електрона първоначално вибрират в унисон (състояние, наречено кохерентност), те могат да останат в състояние на вълноподобна синхронизация дори ако са отдалечени на голямо разстояние. Въпреки че двата електрона могат да бъдат разделяни от разстояния от порядъка на светлинни години, има една невидима вълна на Шрьодингер, която ги свързва, подобно на пъпна връв. Ако се случи нещо с единия електрон, информацията бива предадена незабавно на другия. Това се нарича „квантово вплитане“ — т.е. частиците, които вибрират в състояние на кохерентност, притежават някаква дълбока връзка.

Да вземем два кохерентни електрона, които вибрират в унисон. След това да им позволим да се разлетят в противоположни посоки. Всеки електрон е подобен на въртящ се връх. Спиновете на електроните могат да бъдат насочени нагоре или надолу. Да кажем, че общият спин на системата е нула, което означава, че ако спинът на единия електрон е насочен нагоре, спинът на другия електрон е насочен надолу. Според квантовата теория, преди да направим измерване, електронът не се върти нито нагоре, нито надолу, а съществува в ниско състояние, в което се върти и нагоре, и надолу едновременно. (Щом осъществим наблюдение, вълновата функция „изпада в колапс“, оставяйки една частица в определено състояние.)

След това измерваме спина на единия електрон. Да речем, че той се върти нагоре. Тогава веднага разбираме, че спинът на другия електрон е насочен надолу. Дори ако електроните са разделени на светлинни години, веднага ще узнаем какъв е спинът на втория електрон, щом измерим спина на първия електрон. *Всъщност ще узнаем това със скорост, по-голяма от тази на светлината!* Тъй като тези два електрона са „вплетени“, т.е. техните вълнови функции пулсират в унисон, то техните вълнови функции са свързани с невидима „нишка“ или пъпна връв. Каквото се случи на единия, то автоматично оказва въздействие върху другия. (В известен смисъл това означава, че онова, което се случва на нас, автоматично и мигновено се отразява на неща, разположени в най-отдалечените ъгълчета на

Вселената, тъй като нашите вълнови функции са били вплетени в началото на времето. В известен смисъл съществува мрежа от вплитания, която свързва и най-далечните ъгълчета на Вселената, в това число и нас.) Айнщайн нарекъл подигравателно това явление „призрачно действие на разстояние“ и то му дало възможност да „докаже“, че квантовата теория е погрешна според него, тъй като нищо не може да се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината.

Първоначално Айнщайн предвиждал експериментът АПР да се превърне в погребален звън за квантовата теория. Но през 80-те години на ХХ в. Алан Аспект и негови колеги във Франция провели същия експеримент с помощта на два детектора, разположени на разстояние 15 м един от друг. Те измервали спиновете на фотоните, излъчвани от калциеви атоми, и резултатите се съгласували напълно с квантовата теория. Очевидно Бог наистина си играе на зарове с Вселената.

Но нима информацията се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината? И нима Айнщайн е грешал, когато е твърдял, че скоростта на светлината е пределната скорост във Вселената? Информацията наистина се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината, но информацията е произволна и вследствие на това безполезна. Не можете да изпратите истинско съобщение или морзов код с помощта на експеримента АПР, дори ако информацията се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината.

Знанието, че един електрон от другата страна на Вселената се върти надолу, е безполезна информация. Не можете да изпратите днешните курсове на акциите с помощта на този метод. Например да предположим, че ваш приятел винаги носи един червен и един зелен чорап, в произволен ред. Ако проверите единия крак и се окаже, че на него има червен чорап, то тогава вие ще узнаете със скорост, по-голяма от тази на светлината, че другият чорап е зелен. Информацията действително се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината, но тази информация е безполезна. Нито един сигнал, съдържащ произволна информация, не може да бъде изпратен посредством този метод.

В течение на годините експериментът АПР е бил използван като пример за решителната победа на квантовата теория над нейните критици, но това е победа без стойност и тя няма практически последиствия. Засега.

Всичко се променило през 1993 г., когато учени в Ай Би Ем, ръководени от Чарлс Бенет, показали, че е физически възможно да бъдат телепортирани обекти, поне на атомно равнище, с използването на експеримента АПР.^[7] (По-точно, те показали, че можете да телепортирате цялата информация, която се съдържа в една частица.) Оттогава физиците са успели да телепортират фотони и дори цели цезиеви атоми. В рамките на няколко десетилетия учените може и да успеят да телепортират първата ДНК молекула и вирус.

Квантовата телепортация използва някои от по-странните свойства на експеримента АПР. По време на тези телепортационни експерименти физиците започват с два атома — А и С. Да кажем, че бихте искали да телепортирате информация от атом А в атом С. Започваме, като въвеждаме трети — В, който се появява, като е вплетен с С, затова В и С са кохерентни. В този момент А влиза в контакт с В. А сканира В, така че информационното съдържание на А се прехвърля в В. А и В се вплитат по време на този процес. Но тъй като В и С са били вплетени отначало, информацията в А сега бива прехвърлена в С. Накрая А е телепортиран в С, т.е. информационното съдържание на А сега е идентично на това на С.

Забележете, че информацията в атом А е била унищожена (затова не разполагаме с две копия след телепортацията). Това означава, че всяко същество, което хипотетично бъде телепортирано, ще загине по време на този процес. Но информационното съдържание на тялото му ще се появи другаде. Забележете и че атом А не е заел позицията на атом С. Обратно, той е информацията в АА (т.е. неговият спин и поляризация), която е била прехвърлена в С. (Това не означава, че А се е разпаднал и след това е бил бутнат на друго място, а че информационното съдържание на атом А е било прехвърлено в друг атом — С.)

След първоначалното обявяване на пробива напредъкът в тази област протичал в атмосфера на ожесточена конкуренция, тъй като различни групи се опитвали да се изпреварят взаимно. Първата историческа демонстрация на квантова телепортация, в която са били телепортирани фотони на ултравиолетовата светлина, била направена през 1997 г. в университета в Инсбрук. На следващата година

експериментатори от Кал Тек извършили още по-прецизен експеримент, включващ телепортирането на фотони.

През 2004 г. физиците от Виенския университет успели да телепортират частици светлина на разстояние 600 м под река Дунав, използвайки фиброоптичен кабел, като по този начин поставили нов рекорд. (Самият кабел бил дълъг 800 метра и бил опънат под обществената канализационна система под река Дунав. Изпращачът стоял от едната страна на реката, а приемникът се намирал на другата.)

В една от критиките на тези експерименти се набляга на това, че те са били извършени с фотони светлина. Това едва ли е материал от научната фантастика. Затова е от значение събитието през 2004 г., когато била демонстрирана квантова телепортация не с фотони светлина, а с истински атоми, което ни приближава с една стъпка към по-реалистично телепортационно устройство. Физиците от Националния институт за стандарти и технологии във Вашингтон, окръг Колумбия, вплели успешно три берилиеви атома и прехвърлили свойствата на един атом в друг. Това постижение било толкова значително, че било изобразено на корицата на списание „Нейчър“. Друга група успяла да телепортира и калциеви атоми.

През 2006 г. обаче бе направена друга ефективна разработка, която включва за първи път макроскопичен обект. Физиците в Института „Нилс Бор“ в Копенхаген и Института „Макс Планк“ в Германия съумяха да вплетат светлинен лъч с газ от цезиеви атоми — изключително постижение, което включва трилиони трилиони атоми. После те шифрираха информацията, съдържаща се в лазерни импулси, и успяха да я телепортират в цезиеви атоми, намиращи се на разстояние от около половин ярд (ок. 40 см). „За първи път — казва един от изследователите на име Ойген Ползик — бе постигната квантова телепортация между светлина — носителя на информация — и атоми.“^[8]

ТЕЛЕПОРТАЦИЯ БЕЗ ВПЛИТАНЕ

Напредъкът в областта на телепортацията бързо се ускорява. През 2007 г. беше направен още един пробив. Физиците предложиха телепортационен метод, който не изисква вплитане. Напомням, че вплитането е единствената по рода си най-трудна за преодоляване

особеност на квантовата телепортация. Решаването на този проблем би могло да разкрие нови перспективи пред телепортацията.

„Говорим за сноп от около 5 000 светлинни частици, които изчезват от едно място и се появяват някъде другаде“^[9], казва физикът Астън Брадли от Австралийския изследователски център, който има отлични постижения в областта на квантовата атомна оптика. Намира се в Бризбейн, Австралия, и е спомогнал за въвеждането на нов метод за телепортиране.

„Убедени сме, че нашият метод е по-близък по дух до първоначалната представа“, твърди той. Според техния подход той и неговите колеги вземат лъч от рубидиеви атоми, конвертират цялата му информация в светлинен лъч, изпращат този светлинен лъч по фиброоптичен кабел и след това реконструират първоначалния лъч от атоми на далечно място. Ако неговото твърдение е вярно, този метод ще отстрани главното препятствие пред телепортацията и ще разкрие съвсем нови пътища пред телепортирането на все по-големи обекти.

За да разграничи този нов метод от квантовата телепортация, доктор Брадли е нарекъл своя метод „класическа телепортация“. (Това е малко подвеждащо, тъй като неговият метод също зависи от квантовата теория, но не и от впитането.)

Ключът към този непознат досега тип телепортация е едно ново състояние на материята, наречено „кондензат на Бозе-Айнщайн“ иди КБА, което е едно от най-студените вещества в цялата вселена. В естествени условия най-ниската температура може да бъде измерена в открития космос. Тя е 3 K над абсолютната нула. (Това се дължи на остатъчната топлина, останала от Големия взрив, която все още изпълва Вселената.) Но КБА е между *една милионна и една милиардна част* от един градус над абсолютната нула — температура, която може да бъде получена само в лабораторни условия.

Когато определени форми на материята бъдат охладени до температура, близка до абсолютната нула, всичките им атоми изпадат до най-ниското енергийно състояние, така че те вибрират в унисон, ставайки кохерентни. Вълновите функции на всички атоми се припокриват, така че в известен смисъл един КБА е подобен на гигантски „суператом“, тъй като всичките му отделни атоми вибрират в унисон. Това странно състояние на материята било предсказано от Айнщайн и Сатиендрнат Бозе през 1925 г., но щели да изминат още

седемдесет години и да настъпи 1995 г., преди един КБА да бъде създаден накрая в лабораторията на МТИ (Масачузетския технологичен институт) и университета в Колорадо.

Ето как работи телепортационното устройство на Брадли и компания. Първо те започват със сбирка от суперстудени рубидиеви атоми в състояние на КБА. После отправят материален лъч към КБА (който също се състои от рубидиеви атоми). Атомите в лъча се стремят да изпаднат в най-ниското енергийно състояние, затова излъчват излишната си енергия под формата на светлинен импулс. След това този светлинен лъч бива изпратен по фиброоптичен кабел. Забележително е, че светлинният лъч съдържа цялата квантова информация, която е необходима за описването на първоначалния материален лъч (т.е. мястото и скоростта на всичките му атоми). После светлинният лъч се удря в друг КБА, който след това конвертира светлинния лъч в първоначалния материален лъч.

Този нов метод за телепортация е многообещаващ, тъй като не включва вплитането на атоми. Но при него също има проблеми. Зависи съдбоносно от свойствата на КБА, които са трудни за създаване в лабораторни условия. Освен това свойствата на КБА са твърде специфични, защото се държат така, сякаш е един гигантски атом. По принцип странните квантови ефекти, които наблюдаваме само на атомно равнище, могат да се видят с невъоръжено око в случая е КБА. Някога учените смятали това за невъзможно.

Практическото приложение на КБА е в създаването на „атомни лазери“. Лазерите, разбира се, се основават на кохерентни лъчи от фотони, които вибрират в унисон. Но един КБА е сбирка от атоми, които вибрират в унисон, затова е възможно да бъдат създадени лъчи от КБА атоми, които са кохерентни до един. С други думи, един КБА може да създаде съответствието на лазера, атомния лазер или материалния лазер, който е съставен от КБА атоми. Търговското приложение на лазерите е огромно, а търговското приложение на атомните лазери също би могло да бъде многостранно. Но тъй като КБА съществуват само при температури, които се колебаят малко над абсолютната нула, напредъкът в тази област ще бъде бавен.

Като се има предвид напредъкът, който сме постигнали, кога ще бъдем в състояние да се телепортираме? Физиците се надяват да телепортират сложни молекули през следващите години. След това

може би една ДНК молекула или дори вирус могат да бъдат телепортирани в рамките на няколко десетилетия. По принцип няма нищо, което да попречи на телепортирането на истински човек, точно така, както става в научнофантастичните филми, но техническите проблеми, пред които е изправено подобно постижение, са наистина огромни. Нужни са някои от най-добре оборудваните лаборатории по физика в света само за създаването на кохерентност между съвсем малки фотони светлина и отделни атоми. Създаването на квантова кохерентност, включваща макроскопични обекти с големината на човек, е изключено за дълъг период занапред. На практика вероятно ще трябва да изминат векове или дори повече време, преди предмети от нашето ежедневие да могат да бъдат телепортирани — ако това изобщо е възможно.

КВАНТОВИ КОМПЮТРИ

В основата си съдбата на квантовата телепортация е тясно свързана с разработването на квантови компютри. И двете използват една и съща квантова физика и една и съща технология, затова е налице интензивно кръстосано оплождане с идеи между тези научни области. Един ден квантовите компютри могат да заменят познатия дигитален компютър. Всъщност бъдещето на световната икономика ще зависи от подобни компютри, затова е налице огромен търговски интерес към тези технологии. След време Силиконовата долина може да се превърне в нещо ненужно, тъй като ще бъде заменена от нови технологии, които ще възникнат въз основа на квантовите изчисления.

Обикновените компютри правят изчисленията си въз основа на странна система от нули и единици, наречена битове. Но квантовите компютри са много по-мощни. Те могат да правят изчисления въз основа на кубитове (квантови битове), които приемат стойности между нула и единица. Представете си атом, поставен в магнитно поле. Той се върти като връх, затова оста на спина му може да бъде насочена било нагоре, било надолу. Здравият разум ни подсказва, че спинът на атома може да бъде насочен или нагоре, или надолу, но не и в двете посоки по едно и също време. Но в странния свят на кванта атомът се описва като сумата от две състояния — сборът от един атом, който се върти нагоре, и един атом, който се върти надолу. В ниския свят на кванта всеки обект се описва от сумата на всички възможни състояния. (Ако

големи обекти като котки биват описани по този квантов начин, това означава, че трябва да добавите вълновата функция на една жива котка към тази на една мъртва котка, така че котката не е нито мъртва, нито жива — въпрос, който ще разгледам по-подробно в тринадесета глава.)

А сега си представете редица от атоми, подредени в права линия в магнитно поле, като спинът им е подравнен по един начин. Ако лазерен лъч бъде насочен към тази редица от атоми, той ще отскочи от тях, първайки оста на спина на някои от атомите. Чрез измерването на разликата между идващия и заминаващия си лазерен лъч направихме сложно квантово „изчисление“, включващо първането на много спинове.

Квантовите компютри са все още в пелени. Световният рекорд за квантово изчисление е $3 \times 5 = 15$. Едва ли това е изчислението, което ще измести днешните суперкомпютри. Квантовата телепортация и квантовите компютри притежават един и същ фатален недостатък — поддържането на кохерентност в големи сбирки от атоми. Ако този проблем бъде решен, това ще е огромен пробив и в двете области.

ЦРУ и други секретни организации проявяват силен интерес към квантовите компютри. Много от секретните кодове в света зависят от „шифър“, който е много голямо цяло число, и от способността на човека да го разложи на множители, изразени с прости числа. Ако „шифърът“ е произведението от две числа, като всяко от тях се изразява със сто цифри, то тогава на дигиталния компютър ще му трябват повече от сто години, за да бъдат открити тези два множителя без предварителна подготовка. Подобен шифър в основата си е неразбиваем днес.

През 1994 г. Питър Шор от Лабораториите „Бел“ доказа, че разлагането на множители на големи числа е детска игра за един квантов компютър. Откритието веднага събуди интереса на интелектуалната общност. По принцип един квантов компютър може да разбие всички кодове в света, довеждайки до пълен безпорядък сигурността на днешните компютърни системи. Първата страна, способна да изгради такава система, ще бъде в състояние да разкрие най-големите тайни на другите нации и организации.

Някой учени са изказвали хипотезата, че в бъдеще световната икономика ще зависи от квантовите компютри. Очаква се основаните на силиция дигитални компютри да достигнат своите физически

предели от гледна точка на повишаването на мощността им някъде към 2020 година. Ако технологията продължи да осъществява напредък, ще се окаже необходимо създаването на едно ново, по-мощно семейство компютри. Други учени проучват възможността да бъде възпроизведена мощта на човешкия мозък посредством квантовите компютри.

Така че залозите са много високи. Ако успеем да решим проблема с кохерентността, не само ще бъдем в състояние да се справим с предизвикателството, което ни отправя телепортацията, но ще можем и да разработваме технологии от всякакъв вид посредством квантови компютри. Този пробив е толкова важен, че ще се върна на въпроса в следващите глави.

Както изтъкнах по-рано, кохерентността е изключително трудна за поддържане в лабораторни условия. Най-малката вибрация би могла да разстрои кохерентността на двата атома и да прекрати изчислението. Днес е много трудно да се поддържа кохерентност в повече от няколко атома. Атомите, които първоначално са във фаза, започват да изпадат в декохерентност в рамките на период от няколко наносекунди до секунда в най-добрия случай. Телепортацията трябва да бъде извършена много бързо, преди атомите да започнат да излизат от състояние на кохерентност, като по този начин се поставя още едно ограничение пред квантовото изчисление и телепортацията.

Въпреки предизвикателствата Дейвид Дойч от Оксфордския университет смята, че тези проблеми могат да бъдат преодоляни: „С малко късмет и с помощта на неотдавнашните теоретични разработки, (един квантов компютър) може да бъде създаден за много по-малко от 50 години... Това би бил съвсем нов начин за овладяване мощта на природата.“^[10]

За да конструираме полезен квантов компютър, ще трябва да разполагаме с количество, вариращо между стотици и милиони атоми, вибриращи в унисон — постижение, което надминава много нашите възможности днес. Телепортирането на капитан Кърк ще бъде невероятно трудно. Трябва да създадем квантово вплитане с близък на капитан Кърк. Дори с помощта на нанотехнологията и модернизирания компютри е трудно да си представим как това би могло да бъде постигнато.

Телепортацията съществува на атомно равнище и в крайна сметка може би ще можем да телепортираме сложни и дори органични молекули в рамките на следващите няколко десетилетия. Но телепортирането на макроскопичен обект ще трябва да почака от няколко десетилетия до няколко века или дори по-дълго време, ако това, разбира се, изобщо е възможно. Следователно телепортирането на сложни молекули, дори на вирус или на жива клетка, може да бъде окачествено като спадащо към Клас I на невъзможните неща — постижение, което трябва да стане възможно в рамките на този век. Но за телепортирането на човешко същество, макар и това да е допустимо по законите на физиката, може да се окажат необходими столетия след този период. По тази причина ще окачествя последния вид телепортация като спадащ към Клас II на невъзможните неща.

[1] Най-интересният записан пример за телепортация датира от 24 октомври 1593 г., когато Жил Перес, дворецов страж от филипинската военна охрана на губернатора на Манила, изведнъж се появил на Плаза Майор в Мексико Сити. Зашеметен и объркан, той бил арестуван от мексиканските власти, които сметнали, че е в съюз със Сатаната. Когато го изправили пред Пресветия трибунал на Инквизицията, всичко, което успял да каже в своя защита, било, че бил изчезнал от Манила и се бил появил в Мексико „за по-малко време от това, което е необходимо на един петел, за да изкукурига“. (Колкото и невероятни да изглеждат историческите описания на този инцидент, историкът Майк Даш е отбелязал, че най-ранните писмени сведения за изчезването на Перес датират от време, отстоящо на един век след изчезването му, и вследствие на това не може да им се вярва напълно.)

↑

[2] Ранните творби на Доул са прочути с методичното логично мислене, типично за медицинската професия, което откриваме в превъзходните дедукции на Шерлок Холмс. В такъв случай защо Доул е решил да се прехвърли изведнъж от студената, рационална логика на мистър Холмс върху мъчителните лутания на водения от своята интуиция и опит професор Челинджър, който прониква дълбоко в забранените светове на мистицизма, окултното и най-отвлечените области на науката? Съзнанието на автора било променено дълбоко от внезапната и неочаквана смърт на няколко негови близки родственици

през Първата световна война, като сред тях бил любимият му син Кингсли, брат му, двама зетъове и двама племенници. Тези загуби дали дълбоко емоционално отражение върху него. Депресиран от тези трагични кончини, Дойл бил омагьосан до края на живота си от света на окултното, като може би е вярвал, че ще успее да осъществи връзка с мъртвите чрез спиритизма. Той се прехвърлил изведнъж от света на рационалната съдебна наука върху мистицизма и започнал да чете лекции из цял свят, посветени на необяснимите психични явления. ↑

[3] Или по-точно, според принципа на неопределеността на Хайзенберг неопределеността на местоположението на една частица, умножена по неопределеността на нейния механичен момент, трябва да бъде по-голяма или равна на константата на Планк, разделена на 2π . С други думи, производението на неопределеността на енергията на една частица по неопределеността на нейното време трябва да бъде по-голямо или равно на константата на Планк, разделена на 2π . Ако позволим на константата на Планк да спадне до нула, тя бива сведена до обикновената Нютонова теория, в която всички неопределености са нулеви. Фактът, че не можете да знаете местоположението, механичния момент, енергията или времето на един електрон, е подтикнал Тригви Емилсон да отбележи остроумно: „Историците са стигнали до заключението, че Хайзенберг сигурно е размишлявал върху любовния си живот, когато е открил принципа на неопределеността: Когато е имал времето, той не е разполагал с енергията, а когато моментът е бил подходящ, той не е можел да установи местоположението.“ Barrow. *Between Inner Space and Outer Space*, с. 187. ↑

[4] Kaku. *Einstein's Cosmos*, с. 127. ↑

[5] Адамс, Д. Пътеводител на галактическия стопаджия. Прев. Саркис Асланян. Издателство „Бард“, София, 2002. с. 76. — Б.пр. ↑

[6] Asimov and Schulman, с. 211. ↑

[7] Допуснете за миг, че макроскопични обекти, в чието число влизат и хора, могат да бъдат телепортирани. Това повдига сложни философски и теологични въпроси за съществуването на „душа“, ако тялото на един човек бъде телепортирано. Ако бъдете телепортиран на ново място, дали вашата душа също се движи с вас? Някои от тези етични въпроси са били изследвани в романа на Джеймс Патрик Кели „Мисли като динозавър“. В тази приказка една жена е телепортирана на друга планета, но възниква проблем при прехвърлянето. Вместо

оригиналното тяло да бъде унищожено, то остава незасегнато, като и всички емоции на жената се запазват непокътнати. Изведнъж се появяват две нейни копия. Естествено, когато на копието казват да влезе в телепортационната машина, за да бъде дезинтегрирано, то отказва да стори това. Това поражда криза, защото коравосърдечните извънземни, които са осигурили първоначално технологията, гледат на това като на чисто практически въпрос за „изравняване на балансите“, докато по-склонните към емоционални прояви хора симпатизират на каузата ѝ. В повечето разкази на телепортацията се гледа като на дар божи. Но в „Излетът“ на Стивън Кинг авторът изследва последиците от това, което ще се случи, ако възникнат опасни странични последиствия при телепортиране. В бъдеще телепортацията ще е нещо обикновено и затова в разказа бива наричана нежно Излета. Точно преди да се телепортира на Марс, един баща разяснява на децата си любопитната история на Излета. Той бил открит за първи път от учен, който го използвал, за да телепортира мишки, но мишките, които преживели телепортацията, били упоени. Мишките, които се събудили по време на телепортацията, загинали мъчително. Затова хората обикновено биват приспивани, преди да бъдат телепортирани. Единственият човек, който е бил телепортиран, докато е бил буден, е бил един осъден престъпник, на когото обещали пълна амнистия, ако се подложи на експеримента. Но след като бил телепортиран, той получил масивен инфаркт, докато произнасял последните си думи: „Там е вечността.“ За съжаление синът, който чува тази омагьосваща приказка, решава да задържи дишането си така, че да не бъде упоен. Резултатите са трагични. След като е телепортиран, той полудява. Косата му побелява, очите му пожълтяват от бяс и той се опитва да ги извади с нокти. Така тайната е разкрита. Физическата материя се телепортира мигновено, но за ума пътешествието продължава вечно, времето изглежда безкрайно и човекът се побърква напълно. ↑

[8] Suplee, Curt. „Top 100 Science Stories of 2006“, *Discover Magazine*, December 2006, с. 35. ↑

[9] Merali, Zeeya. *New Scientist Magazine*, June 13, 2007. ↑

[10] Deutsch, David. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 69. ↑

5. ТЕЛЕПАТИЯ

Ако не сте открили нищо странно през този ден, значи той е бил пропилян.

Джон Уилър

Само тези, които опитват абсурдното, ще постигнат невъзможното.

М. К. Ешер

Романът на А. Е. ван Вогт „Слен“ напомня за огромния потенциал и буди най-мрачните ни страхове, свързани със силата на телепатията.

Джоми Крос, главният герой в романа, е „слен“ — представител на умираща раса от суперинтелигентни телепати.

Родителите му били убити брутално от разярени тълпи, които се страхували и презирали всички телепати заради огромната мощ, притежавана от тези, които могат да нахлуват в техните лични, най-интимни мисли. Хората преследвали безмилостно сленовете като животни. Със своите характерни антени, които израстват от главите им, сленовете били лесни за разпознаване. В хода на действието в книгата Джоми се опитва да влезе в контакт с други сленове, които са успели да избягат в открития космос, за да се изплъзнат от лова на вещици, организиран от хора, твърдо решени да ги унищожат.

В исторически план четенето на мисли е било смятано за толкова важно, че често е било свързвано с боговете. Една от най-фундаменталните способности на всеки бог е способността да чете нашите мисли и благодарение на това да отговаря на най-съкровениите ни молитви. Един истински телепат, който може да чете чужди мисли по своя воля, лесно би могъл да стане най-богатият, най-могъщият човек на Земята, тъй като е в състояние да прониква в мислите на bankerите на Уолстрийт или да изнудва своите съперници и да ги

принуждава да му се подчинят. Той би представлявал заплаха за сигурността на правителствата. Би могъл без усилие да открадне най-упорито пазените тайни на една нация. Подобно на сленовете, и от него биха се бояли и може би биха го преследвали.

Огромната мощ на истинския телепат е описана в епохалната поредица за Фондацията на Айзък Азимов, призната за един от най-великите научнофантастични епоси за всички времена, Галактическа империя, властвала в продължение на хиляди години, е на прага на рухване и гибел. Тайно общество от учени, наречено Втората фондация, използва сложни уравнения, за да предскаже, че Империята в крайна сметка ще рухне и ще хвърли цивилизацията в мрак за тридесет хиляди години. Учените съставят сложен план, основан на техните уравнения, в опит да сведат това рухване на цивилизацията до период само от няколко хиляди години. Но след това настъпва катастрофа. Сложните уравнения не успяват да предскажат едноединствено събитие — раждането на мутант, наречен Мулето, който е способен да контролира чуждите умове на големи разстояния и вследствие на това успява да заграби властта в Галактическата империя. Галактиката е обречена на хаос и анархия за тридесет хиляди години напред, освен ако този телепат не бъде спрял по някакъв начин.

Въпреки че научната фантастика е пълна с фантастични приказки за телепати, действителността е много по-обикновена. Тъй като мислите са лични и невидими, в течение на векове шарлатани и измамници са се възползвали от наивните и лековерните сред нас. Един прост салонен трик, използван от магьосниците и менталистите се състои в това да използват съучастник — подставено лице, застанал някъде сред публиката, чиито мисли след това се „четат“ от менталиста.

На практика кариерите на няколко магьосници и менталисти са се основавали на прочутия „трик с шапката“, в който хора написват съобщения от личен характер върху листчета хартия, които след това биват поставени в шапка.^[1] После магьосникът започва да разказва на публиката какво е написано на всяко листче, смайвайки зрителите. Има едно измамно просто обяснение на този изкусен трик (вж. бележките).

Един от най-прочутите случаи на телепатия не включвал подставено лице, а животно — Умния Ханс, кон чудо, който поразявал европейската публика през 90-те години на XIX век. За удивление на

зрителите Умния Ханс можел да извършва сложни математически изчисления. Ако например някой помолел Умния Ханс да раздели 48 на 6, конят тупал 8 пъти с копито. На практика Умния Ханс можел да дели, да умножава, да събира дроби, да изписва думи буква по буква и дори да разпознава музикални тонове. Феновете на Умния Ханс обявили, че той или е по-интелигентен от много хора, или може да прониква по телепатичен път в човешките мозъци.

Но Умния Ханс не бил плод на някаква хитра измама. Изумителната му способност да извършва аритметични операции заблудила дори дресъора му. През 1904 г. видният психолог професор К. Щумпф бил доведен, за да анализира коня, и не успял да открие никакви очевидни доказателства за измама или за тайно изпращане на сигнали до коня, като само допринесъл за популярността на Умния Ханс. Три години по-късно обаче студентът на Щумпф — психологът Оскар Пфунгст, провел по-щателно изследване и накрая разкрил тайната на Умния Ханс. Всичко, което той правел в действителност, било да наблюдава и най-малките промени в изражението на лицето на неговия дресъор. Конят продължавал да тупа с копитата си, докато изражението на лицето на дресъора му не се променяло леко. В този момент той спирал да тупа. Умният Ханс не можел да чете мислите на хората или да извършва аритметични операции, а просто бил проницателен наблюдател на човешките лица.

Известни са и други животни „телепати“ в историята. Още през 1591 г. един кон на име Мароко се прочул в Англия и натрупал голямо състояние за собственика си, като разпознавал хора сред публиката, посочвал букви от азбуката и събирал общата сума от цифрите на чифт зарове. Той предизвикал такава сензация в Англия, че Шекспир го обезсмъртил в своята пиеса „Напразни усилия на любовта“ като „танцуващия кон“.

Комарджиите също могат да четат мислите на хората в известен смисъл на думата.^[2] Когато човек види нещо приятно, зениците на очите му обикновено се разширяват. Когато види нещо неприятно (или извършва математическо изчисление), зениците му се свиват. Комарджиите могат да разчетат емоциите на своите противници по време на игра на покер, които са обърнати с лице към тях, като следят дали зениците им се разширяват или свиват. Това е причината, поради която комарджиите често носят козирки над очите си, и тя е, че искат

да скрият собствените си зеници. Човек може да следи отскока от един лазерен лъч от зеницата на друг човек и да анализира къде се е отразил, и по този начин да определи точно къде гледа той. Чрез анализа на движението на отразената точка на лазерната светлина човек установява как другият разглежда една картина. Чрез комбинирането на тези две технологии след това той определя емоционалната реакция на другия, докато разглежда една картина, като всичко това става без негово разрешение.

ПСИХИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ

Първите научни изследвания на телепатията и други паранормални явления били извършени от Дружеството за психични^[3] изследвания (ДПИ), което било основано в Лондон през 1882 година.^[4] (Терминът „ментална телепатия“ е въведен през същата година от Ф. У. Майърс, който бил член на това общество.) Към бившите президенти на ДПИ спадат някои от най-бележитите фигури на XIX век. Дружеството, което съществува и до днес, било в състояние да опровергае твърденията на много измамници, но често било налице разделение между спиритуалистите, които вярвали твърдо в паранормалното, и учените, които настоявали за по-сериозно научно изследване.

Един изследовател, свързан с това дружество, доктор Джоузеф Банкс Райн, започнал първото систематично и щателно проучване на психични явления в Съединените щати през 1927 г., като основал Института „Райн“ (наричан днес Изследователски център „Райн“) към университета „Дюк“, Северна Каролина.^[5] В продължение на десетилетия той и съпругата му Луиза провели някои от първите контролирани научно експерименти в Съединените щати в областта на широка гама парапсихични явления и публикувал резултатите от тях в рецензирани публикации. Именно Райн въвел термина „екстрасензорни възприятия“ (ЕСВ) в една от първите си книги.

На практика лабораторията на Райн установила стандартите на парапсихичните изследвания. Един от неговите сътрудници, доктор Карл Зенер, разработил системата от карти с пет символа, известна днес като Карти на Зенер, която служи за анализиране на телепатичните способности. Повечето получени резултати не

предоставили абсолютно никакви доказателства за съществуването на телепатия. Но незначителен брой експерименти показвал малки, но очебийни корелации в данните, които не биха могли да бъдат обяснени с чиста случайност. Проблемът се състоял в това, че експериментите често не могли да бъдат повторени от други изследователи.

Въпреки че Райн се опитал да си създаде репутацията на взискателен учен, извършващ щателни изследвания, репутацията му била опетнена донякъде от случая с един кон на име Лейди Уорнър. Този кон можел да демонстрира смайващи прояви на телепатия от рода на почукване над детски кубчета с букви от азбуката, като по този начин бивали изписвани думи, буква по буква, за които си мислели представители на публиката. Очевидно Райн не знаел за ефекта на Умния Ханс. През 1927 г. Райн анализирал Лейди Уорнър и стигнал до заключението: „В такъв случай остава само телепатичното обяснение, преноса на ментално въздействие посредством някакъв неизвестен процес. Не беше открито нищо, което да не може да се съгласува с това обяснение и нито една друга предложена хипотеза не изглежда защитима с оглед резултатите.“^[6] По-късно Милбърн Кристофър разкрил истинския източник на телепатичните способности на Лейди Уорнър — незабележимите движения на камшика, носен от собственика на коня. Незабележимите движения на камшика били намеци към Лейди Уорнър да спре да тупа с копито. (Но дори след като бил разкрит истинският източник на способността на Лейди Уорнър, Райн продължил да вярва, че конят е наистина телепат, но някак си е загубил своите телепатични способности, принуждавайки собственика си да прибегва до мошеничество.)

Репутацията на Райн понесла последен съкрушителен удар обаче, когато той вече бил пред пенсия. Райн потърсил приемник с ненакърнена репутация, който да продължи дейността на неговия институт. Обещаващ кандидат се оказал някой си доктор Уолтър Ливай, когото той взел на работа през 1973 година. Доктор Ливай се очертавал като изгряваща звезда в тази област, след като съобщил сензационни резултати от едно изследване, които демонстрирали, че мишки могат да окажат телепатично въздействие върху генератор на произволни числа в компютър. Обаче подозрително настроени работници в лабораторията открили, че доктор Ливай се е промъкнал тайно в лабораторията през нощта, за да промени резултатите от

тестовете. Той бил заловен на местопрестъплението, докато фалшифицирал данните. Освен това тестовете показали, че мишките не притежават каквито и да било телепатични способности и доктор Ливай бил принуден да напусне позорно института.^[7]

ТЕЛЕПАТИЯТА И „СТАРГЕЙТ“

Интересът към паранормалното придобил смъртоносен характер в разгара на Студената война, по време на която били проведени голям брой тайни експерименти в областта на телепатията, умствения контрол и далечното наблюдение. (Далечното наблюдение е „гледане“ на далечно място само чрез съзнанието, посредством четенето на чужди мисли.) „Старгейт“ било кодовото название на ред секретни изследвания, финансирани от ЦРУ (като „Слънчева линия“, „Пламък на скара“ и „Централна алея“). Разработките започнали около 1970 г., когато ЦРУ получило информация, че Съветският съюз изразходва цели 60 милиона рубли годишно за „психотронни“ изследвания. В ЦРУ се безпокоели, че Съветите могат да използват ЕСВ, за да локализират американски подводници и военни съоръжения, с цел да откриват шпиони и да четат тайни документи.

Финансирането на изследванията на ЦРУ датира от 1972 година. Ръководството им било поверено на Ръсел Тарг и Харолд Путхоф от Станфордския изследователски институт (SRI) в Менлоу Парк. Първоначално те се стремели да обучат кадри — физици, които биха могли да се включат в „психологическата война“. В продължение на повече от две десетилетия Съединените щати изхарчили 20 милиона долара за проекта „Старгейт“, като на ведомост се водели повече от четиридесет души персонал, двадесет и трима далечни наблюдатели и трима екстрасенси.

До 1995 г., с бюджет от 500 000 долара годишно, ЦРУ реализирало стотици проекти за събиране на разузнавателна информация, които включвали хиляди сесии за далечно наблюдение. И по-специално, от далечните наблюдатели поискали да:

— Установят точното местонахождение на полковник Кадафи преди бомбардировката на Либия през 1986 година.

— Да открият запасите от плутоний в Северна Корея през 1994 година.

— Да открият точното местонахождение на един заложник, отвлечен от Червените бригади в Италия през 1981 година.

— Да локализируют един съветски бомбардировач Ту-95, който се разбил в Африка.

През 1995 г. ЦРУ помолило Американския изследователски институт (AIR) да направи оценка на тези програми. AIR препоръчал те да бъдат прекратени. „Няма подкрепени с факти доказателства, че те притежават някаква стойност за разузнавателната общност“, писал Дейвид Гослин от AIR.

Защитниците на „Старгейт“ се хвалели, че през тези години са постигнали т.нар. „осем мартинита“ (резултати, които били толкова впечатляващи, че се налагало да излезете навън и да изпиеете осем мартинита, за да се възстановите). Критиците обаче твърдели, че в голямата си част далечните наблюдения са доставили безполезна, несвързана със случая информация, че пилеят доларите на данъкоплатците и че няколкото регистрирани „попадения“ били неясни и толкова лишени от конкретност, че могли да бъдат приложени към всякакви ситуации. В доклада на AIR се твърдяло, че в най-впечатляващите „успехи“ на „Старгейт“ са били замесени далечни наблюдатели, които вече имали някаква информация за операцията, която проучвали, и вследствие на това могли да правят интелигентни предположения, които звучали разумно.

Накрая ЦРУ стигнало до заключението, че „Старгейт“ нито веднъж не е предоставил информация, която да подпомогне агенцията в провеждането на разузнавателни операции, затова прекратило проекта. (Носели се упорити слухове, че ЦРУ е използвало далечни наблюдатели, за да установи точното местонахождение на Саддам Хюсеин по време на Войната в Залива, въпреки че всички усилия за това били неуспешни.)

МОЗЪЧНИ СКАНИРАНИЯ

Същевременно започнали изследвания, свързани с физиката, която стои зад работата на мозъка. Още през XIX в. учените предположили, че във вътрешността на мозъка се предават електрически сигнали. През 1875 г. Ричард Кейтън открил, че чрез поставянето на електроди на повърхността на главата е възможно да бъдат засечени съвсем слаби електрически сигнали, които се излъчват

от мозъка. Това накрая довело до изобретяването на електроенцефалографа (ЕЕГ).

По принцип мозъкът е предавател, от който нашите мисли се излъчват под формата на съвсем слаби електрически сигнали и електромагнитни вълни. Но са налице проблеми при използването на тези сигнали за четенето на нечи мисли. Първо, сигналите са изключително слаби, тъй като се намират в миливатовия обхват. Второ, те са неразбираеми и до голяма степен са неразличими от всеки произволен шум. От тази неясна подборка може да бъде получена само груба представа за нашите мисли. Трето, човешкият мозък не е в състояние да получава подобни послания от други мозъци посредством тези сигнали, т.е. липсва ни антена. И, накрая, дори да получавахме тези съвсем слаби сигнали, нямаше да можем да ги разшифроваме. Ако бъде използвана традиционната Нютонова и Максуелова физика, телепатията чрез радиовълни не изглежда възможна.

Някои предполагат, че телепатията се опосредства от пета сила, наречена „пси“ сила. Но дори защитниците на парапсихологията признават, че не разполагат с конкретни възпроизводими доказателства за съществуването на такава „пси“ сила.

Но това оставя открит въпроса за телепатията, използваща квантовата теория.

През последното десетилетие бяха въведени нови квантови инструменти, които за първи път в историята ни дават възможност да надникнем в мозъка, докато мисли. В челото на тази квантова революция са мозъчните сканирания чрез ПЕТ (позитронно-емисионната томография) и МРИ (магнитно-резонансното изобразяване). Сканирането с ПЕТ се прави чрез инжектирането на радиоактивна захар в кръвта. Тази захар се концентрира в части от мозъка, които се активират при мисловен процес, който изисква енергия. Радиоактивната захар излъчва позитрони (антиелектрони), които се засичат лесно с апаратура. Така чрез очертаването на модела, създаван от антиматерията в живия мозък, човек може да очертае и мисловните модели, установявайки точно кои части от мозъка в каква дейност са замесени.

Машината с МРИ действа по същия начин, но е по-прецизна. Главата на пациента се поставя в огромно магнитно поле с формата на

поничка. Магнитното поле кара ядрата на атомите в мозъка да се подредят успоредно на полевите линии. В пациента бива изпратен радиоимпулс, който кара тези ядра да потрепват. Когато ядрата променят ориентацията си, те излъчват съвсем слабо „радио“ ехо, което може да бъде засечено, като по този начин сигнализира за присъствието на някакво специфично вещество. Например мозъчната дейност е свързана с потреблението на кислород, така че машината с МРИ може да изолира мисловния процес, като насочи усилията си към присъствието на окислена кръв. Колкото по-висока е концентрацията на окислена кръв, толкова по-голяма е менталната активност в тази част на мозъка. (Днес „функционалните машини с МРИ“ (ФМРИ) могат да насочват за частици от секундата усилията си към съвсем малки зони на мозъка с диаметър от един милиметър, което прави тези машини най-подходящия инструмент за очертаването на модела на мислите на живия мозък.)

ДЕТЕКТОРИ НА ЛЪЖАТА С МРИ

С помощта на машините с МРИ един ден учените ще могат да се окажат в състояние да дешифрират мислите в живия мозък. Най-простият тест на „четенето на мисли“ ще се състои в това да се определи дали някой лъже или не.

Според легендата първият детектор на лъжата в света бил създаден от един индийски жрец преди векове. Той поставял заподозрения и едно „вълшебно магаре“ в запечатана стая, като заповядвал на заподозрения да дръпне опашката на вълшебното магаре. Ако магарето започнело да издава звуци, това означавало, че заподозреният е лъжец. Ако магарето запазело мълчание, то в такъв случай заподозреният казал истината. (Но старейшината намазвал тайно със сажди магарешката опашка.)

След като заподозреният бъдел изведен от стаята, той обикновено обявявал, че е невинен, защото магарето не е издало звук, когато той го е дръпнал за опашката. Но след това жрецът проучвал ръцете на заподозрения. Ако ръцете били чисти, това означавало, че той лъже. (Понякога заплахата от използване на детектор на лъжата е по-ефективна от самия детектор на лъжата.)

Първото „вълшебно магаре“ в днешни времена било създадено през 1913 г., когато психологът Уилям Марстън направил публикация,

свързана с анализа на кръвното налягане на човека. То се повишавало, когато някой изричал лъжа. (Това наблюдение върху кръвното налягане наистина ни връща в древни времена, когато заподозрените бивали разпитвани, докато следователят ги държал за ръцете.) Идеята се разпространила бързо и скоро дори Министерството на отбраната основало свой собствен Полиграфски институт.

Но с течение на времето станало ясно, че детекторите на лъжата могат да бъдат излъгани от социопати, които изобщо не се разкайват за своите действия. Най-прочутият случай бил този с двойния агент на ЦРУ Олдрич Еймс, който прибрал огромни парични суми от бившия Съветски съюз, изпращайки голям брой американски агенти на смърт и разкривайки тайните на ядрените оръжия, инсталирани в американския флот. В продължение на десетилетия Еймс издържал без никакво усилие голяма серия от тестове с детектори на лъжата. Същото сторил и серийният убиец Гари Риджуей, известен като знаменития убиец от Грийн Ривър, убил общо петдесет жени.

През 2003 г. Националната академия на науките на САЩ публикувала унищожителен доклад за надеждността на детекторите на лъжата, в който се изброявали всички начини, по които тези детектори биха могли да бъдат измамени, а невинни хора — заклеймени като лъжци.

Но ако детекторите на лъжата измерват само равнищата на тревожност, то какво ще кажете за измерването на дейността на самия мозък? Идеята да се надникне в мозъчната дейност, за да бъдат разкрити лъжците, датира от над двадесет години и ни връща към работата на Питър Розенфелд от Северозападния университет, който направил наблюдението, че сканиранията с ЕЕГ на хора, които лъжат, показват модел, който се различава с P300 вълни от модела, при който тези хора казват истината. (P300 вълните често биват генерирани, когато мозъкът се натъкне на нещо непознато или необичайно.)

Идеята да бъдат използвани сканирания с МРИ за разкриването на лъжци била плод на въображението на Дениъл Ленглийбън от университета в Пенсилвания. През 1999 г. той попаднал на студия, в която се твърдяло, че децата, които боледуват от психичното разстройство дефицит на вниманието, срещат трудности, когато лъжат, но той знаел от опит, че това не е вярно. Такива деца не се натъкват на проблеми, когато лъжат. Истинският им проблем се състоял в това, че

срещали трудности в опитите си да потиснат лъжата. „Те просто бърборят нещо“, припомня си Ленглийбън. Той предположил, че при изричането на лъжа мозъкът първо трябва да се възпре от казването на истината и чак след това да измисли измамата. „Когато казвате умишлено лъжа, трябва да държите в ума си истината. Затова е очевидно, че това води до по-голяма мозъчна активност“, казва той. С други думи, лъжата е трудна работа.

Чрез експериментите със студенти от колежа, които са помолени да лъжат, Ленглийбън скоро установява, че лъженето предизвиква повишена мозъчна активност в някои зони, които включват челния дял (където е концентрирано по-висшето мислене), слепоочния дял и лимбичната система (където се обработват емоциите). И по-специално той забелязва необичайната активност в предната поясна гънка (която се свързва с решаването на конфликти и задържането на отговора).^[8]

Ученият твърди, че е постигнал последователни равнища на успех от цели 99 процента, когато е анализирал обектите на опитите си по време на контролирани експерименти, за да определи дали те лъжат или не (например той молел студентите да изречат някаква лъжа за някоя карта за игра).

Интересът към тази технология бил толкова голям, че веднага били основани две рискови търговски компании, които предлагали услугата на обществеността. През 2007 г. едната от тези две компании — „Но Лай МРИ“, се заела с първия си случай — човек, който съдел застрахователна компания, която твърдяла, че умишлено е запалил магазина си за готови храни. (Сканирането с ФМРИ показало, че той не е подпалвач.)

Защитниците на техниката на Ленглийбън твърдят, че тя е много по-надеждна от старомодния детектор на лъжата, тъй като промяната на мозъчните модели е отвъд възможностите на когото и да било. Макар че хората могат да бъдат обучени до такава степен, че да контролират скоростта на пулса си и потенето, за тях е невъзможно да контролират своите мозъчни модели. Защитниците на технологията изтъкват, че в епоха на повишена чувствителност към тероризма тя би могла да спаси живота на безброй хора, като навреме разкрие подготвяна терористична атака срещу Съединените щати.

Макар и да признават успеха на новата технология в разкриването на лъжци, критиците изтъкват, че ФМРИ в

действителност не разкрива лъжи, а само повишената мозъчна активност, когато някой изрича лъжа. Машината би могла да даде лъжливи резултати, ако например човек трябва да каже истината в състояние на силна тревожност. ФМРИ ще разкрие само тревожността, изпитвана от субекта, и неправилно ще посочи, че той изрича лъжа. „Проклетата наука! Има невероятен глад за тестове, които да различават истината от измамата“, предупреждава невробиологът Стивън Химан от Харвардския университет.

Някои критици твърдят и че един истински детектор на лъжата, подобно на един истински телепат, би могъл да усложни обичайните обществени взаимоотношения, тъй като известно количество от лъжи е нещо като „социална смазка“, която подпомага постоянното движение на колелата на обществената машина.^[9] Репутацията ни може да бъде съсипана например, ако всички комплименти, които отправяме към нашите шефове, началници, съпруги, любовници и колеги, бъдат разобличени като лъжи. На практика един истински детектор на лъжата би могъл и да разкрие всички наши семейни тайни, скрити емоции, потиснати желания и тайни планове. Както казва журналистът Дейвид Джоунс, който води рубрика на научни теми в едно списание, един истински детектор на лъжата е „като атомна бомба — най-доброто му приложение е в качеството на възпиращо оръжие. Ако бъде използван често извън съдебната зала, той би направил напълно невъзможен обществения живот“.

УНИВЕРСАЛЕН ПРЕВОДАЧ

Някои основателно критикуват мозъчните сканирания, защото, въпреки всичките им ефектни фотографии на мислещия мозък, те просто са прекалено несъвършени устройства, за да измерват изолирани мисли. Вероятно милиони неврони се възбуждат едновременно, когато изпълняваме най-простата ментална задача, а ФМРИ засича тази активност само като капка на екрана. Един психолог сравнява мозъчните сканирания с присъствието на шумен футболен мач и опитите ти да слушаш човека, който седи до теб. Звучите, издавани от този човек, биват заглушени от шума, вдиган от хилядите зрители. Най-малката част от мозъка, която може да бъде анализирана надеждно от машина с ФМРИ, се нарича „воксел“. Но всеки воксел съответства на няколко милиона неврона, така че

чувствителността на една машина с ФМРИ не е достатъчно висока, за да изолира отделните мисли.

В научната фантастика понякога се използва „универсален преводач“ — устройство, което може да чете мислите на един човек и след това да ги излъчи директно в съзнанието на друг човек. В някои научнофантастични романи извънземни телепати вмъкват мисли в нашето съзнание, въпреки че не разбират нашия език. В научнофантастичния филм от 1976 г. „Светът на бъдещето“ снят на една жена се прожектира на телевизионен екран в реално време. Във филма с участието на Джим Кери от 2004 г. „Блясъкът на чистия ум“ лекарите откриват мъчителните спомени и ги заличават.

„Точно за това си фантазира всеки в тази научна област — казва ученият в областта на невронауките Йохан Хайнес от Института «Макс Планк» в Лайпциг, Германия. — Но ако това е устройството, което искате да конструирате, то в такъв случай трябва да започнете записа от един-единствен неврон.“^[10]

Тъй като засичането на сигнали от един-единствен неврон е изключено засега, някои психолози са се опитвали да направят следващото по качество постижение: да намалят шума и да изолират модела на ФМРИ, създаван при мисълта за отделни предмети. Например да се установи моделът на ФМРИ, който се създава от отделни думи, и след това да се състави „речник на мислите“.

Марсел А. Жуст от университета „Карнеги-Мелон“ например е успял да установи какъв е моделът на ФМРИ, който се създава от малка, подобрена група от предмети (например дърводелски инструменти). „Разполагаме с 12 категории и можем да определим с точност, варираща между 80 и 90%, за коя от тези 12 категории мислят участниците в опита“, твърди той.

Неговият колега Том Мичъл, учен в областта на компютърните науки, използва компютърна технология, подобна на невралните мрежи, за да установи сложните мозъчни модели, откривани чрез сканиранията с ФМРИ, които са свързани с провеждането на някои експерименти. „Един експеримент, който обичам да правя, е да откривам думи, които предизвикват най-забележимата мозъчна активност“, отбелязва той.

Но дори да успеем да съставим речник на мислите, това постижение ще бъде далеч от създаването на „универсален преводач“.

За разлика от универсалния преводач, който излъчва мисли директно в нашето съзнание от друг разум, един ментален преводач с ФМРИ би включвал много досадни етапи на действие: първо, разпознаването на определени модели на ФМРИ, преобразуването им в английски думи и след това казването на тези английски думи на адресата. Подобно устройство няма да съответства на „смесването на умове“, както в „Стар Трек“ (но би било много полезно за успокояването на жертви).
[11]

РЪЧНИ СКЕНЕРИ С МРИ

Друго препятствие пред практическата телепатия е самият размер на машината с ФМРИ. Тя е чудовищно устройство, което струва няколко милиона долара, заема цяла стая и тежи няколко тона. Сърцето на машината с ФМРИ е голям магнит с формата на поничка, който има диаметър от няколко фута и създава огромно магнитно поле с мощност няколко тесли. (Магнитното поле е толкова силно, че няколко работници са получили сериозни увреждания, когато чукове и други инструменти са полетели във въздуха при случайно включване на апарата).

Неотдавна физиците Игор Савуков и Майкъл Ромалис от Принстънския университет предложиха нова технология, която би могла да превърне в реалност ръчните машини с МРИ, като по този начин намали стократно цената на машината с ФМРИ. Те твърдят, че огромните магнити за МРИ могат да бъдат заменени със свръхчувствителни атомни магнитометри, които откриват съвсем малки магнитни полета.

Първоначално Савуков и Ромалис направили магнитен сензор от горещи калиеви изпарения, суспендирани в хелий. След това използвали лазерна светлина, за да подравнят електронните спинове на калия. После приложили слабо магнитно поле върху водна проба (за да симулират човешко тяло) и изпратили радиоимпулс във водната проба, който накарал водните молекули да трептят. „Ехото“, получено в резултат от трептенето на водните молекули, предизвикало трептене и на калиевите електрони, и това трептене било засечено от втори лазер. Така доказали, че дори слабо магнитно поле може да създаде „ехо“, което да бъде засечено от сензори. В резултат на това те не само можели да заменят чудовищното магнитно поле на стандартната

машина с МРИ със слабо поле, а и да получат незабавно изображения (докато на машините с МРИ им трябва цели двадесет минути, за да генерират изображение).

Двамата учени изказват теоретичното предположение, че снимането с МРИ може да стане толкова лесно, колкото е снимането с дигитална камера. (Но има някои пречки. Един от проблемите е, че участникът в опита и машината трябва да бъдат защитени от разсеяните магнитни полета навън.)

Ако ръчните машини с МРИ се превърнат в реалност, те могат да бъдат свързани с малък компютър, който на свой ред да бъде снабден със софтуер, който да декодира определени ключови фрази, думи или изречения. Подобно устройство в никакъв случай не би било толкова сложно, колкото са телепатичните устройства, които откриваме в научната фантастика, но би могло да се приближи до тях.^[12]

МОЗЪКЪТ КАТО НЕВРАЛНА МРЕЖА

Ще бъде ли в състояние някой ден футуристична машина с МРИ да чете точно мислите, дума по дума, образ по образ, както би направил един истински телепат? Изобщо не е ясно. Някои твърдят, че машините с МРИ ще могат да дешифрират само неясните очертания на нашите мисли, защото мозъкът в действителност не е компютър. В един дигитален компютър изчислението е локализирано и се подчинява на много строга серия от правила. Дигиталният компютър се подчинява на законите на „машината на Тюринг“, в която има централен процесор (CPU), входяща информация и изходяща информация. Централният процесор (например чипът *Pentium*) извършва определена серия от манипулации на входящата информация, и произвежда изходяща информация и затова „мисленето“ е локализирано в него.

Нашият мозък обаче не е дигитален компютър. Той не притежава чип *Pentium*, нито какъвто и да е CPU, няма операционна система *Windows*, нито стандартен набор от инструкции. Ако махнете един-единствен транзистор от CPU на един компютър, ще го повредите. Но има описани случаи, в които половината от човешкия мозък липсва, но останалата половина поема контрола над положението.

Човешкият мозък прилича повече на обучаваща се машина, на „неврална мрежа“, която постоянно прави нови връзки, след като получи задача. Изследванията с МРИ потвърждават, че мислите в мозъка не са локализирани на едно място, както в машината на Тюринг, а са разпръснати върху по-голямата част от мозъка, което е типична характеристика на една неврална мрежа. Сканиранията с МРИ показват, че мисленето в действителност прилича на играта пинг-понг, като различни части от мозъка се възбуждат последователно, а електрическата активност протича на тласъци навсякъде из мозъка.

Тъй като мислите са толкова дифузни и разпръснати из много части на мозъка, може би максимумът, който учените ще бъдат в състояние да достигнат, е да съставят речник на мислите, т.е. да установят двустранното съответствие между определени мисли и специфични модели на сканирания с ЕЕГ или МРИ. Австрийският биомедицински инженер Герт Пфуртшелер например е програмирал един компютър да разпознава специфични мозъчни модели и мисли чрез съсредоточаване на усилията върху m -вълните, откривани в ЕЕГ-етата. Очевидно m -вълните са свързани с намерението за извършване на някои мускулни движения. Той казва на пациентите си да вдигнат пръст, да се усмихнат или да се намръщят и след това компютърът записва кои m -вълни са активирани. Всеки път когато пациентът извършва ментална дейност, компютърът грижливо регистрира модела на m -вълната. Този процес е труден и досаден, тъй като трябва да се отстраняват старателно лъжливите вълни, но благодарение на него Пфуртшелер открил поразителни съответствия между простите движения и определени мозъчни модели.^[13]

С течение на времето това усилие, съчетано с резултатите от МРИ, може да доведе до създаването на подробен „речник“ на мислите. Чрез анализа на определени модели при сканиране с ЕЕГ или МРИ един компютър би могъл да установи такива модели и да разкрие какво мисли пациентът, поне в общи линии. Подобно „четене на мислите“ би установило двустранно съответствие между отделните m -вълни и сканиранията с МРИ, както и специфични мисли. Но е съмнително, че речникът ще бъде в състояние да разпознава специфични думи във вашите мисли.

ПРОЖЕКТИРАНЕ НА МИСЛИ

Ако един ден бихме могли да четем в общи линии мислите на друг човек, то тогава ще бъде ли възможно да се извършва и обратното — да се прожектират вашите мисли в главата на друг човек? Отговорът изглежда утвърдителен, но с някои уговорки. Радиовълни могат да бъдат излъчени директно в човешкия мозък, за да възбудят зоните в мозъка, за които е известно, че контролират определени функции.

Тази насока на изследване води началото си от 50-те години на ХХ в., когато канадският неврохирург Уайлдър Пенфийлд правел хирургически операции на пациенти, страдащи от епилепсия. Той открил, че когато стимулира определени зони от слепоочния дял на мозъка с електроди, хората започват да чуват гласове и имат видения, подобни на призраци. Психолозите знаят, че епилептичните увреждания на мозъка могат да накарат пациента да изпитва усещането, че действат свръхестествени сили, че демони и ангели контролират събитията около него. (Някои пациенти дори изказват теоретичното предположение, че стимулирането на тези зони води до поява на полумистичните изживявания, лежащи в основата на много религии. Някои изказват хипотезата, че може би Жана д'Арк, която без чужда помощ е повела френските войски срещу британците, и е жънела победи в битките, е страдала от подобно увреждане, причинено от удар по главата.)

Въз основа на тези предположения ученият в областта на невронауките Майкъл Пърсинджър от Съдбъри, Онтарио, е създал специален шлем, проектиран да излъчва радиовълни в мозъка, които да предизвикват специфични мисли и емоции от рода на религиозните чувства. Учените в областта на невронауките знаят, че нараняване в областта на вашия ляв слепоочен дял може да накара лявата половина на мозъка ви да загуби ориентация и да започне да интерпретира дейността в рамките на дясното полукълбо като идваща от друго „аз“. Подобно нараняване може да създаде впечатлението, че в стаята има дух, подобен на призрак, защото мозъкът не съзнава, че това присъствие в действителност е само друга част от самия него. В зависимост от убежденията си, пациентът може да интерпретира това „друго аз“ като демон, ангел, извънземен или дори бог.

В бъдеще може да се окаже възможно да излъчваме електромагнитни сигнали в точно определени части на мозъка, за които е известно, че контролират специфични функции. Чрез

възбуждането на такива сигнали в амигдалата човек би бил в състояние да предизвиква определени емоции. Чрез стимулирането на други зони на мозъка човек би могъл да предизвиква появата на визуални образи и мисли. Но изследванията в тази насока едва сега започват.

КАРТОГРАФИРАНЕ НА МОЗЪКА

Група учени предлагат проект за картографиране на невроните, подобен на проекта за човешкия геном, който доведе до картографирането на всички гени в човешкия геном. Един проект за картографиране на невроните би локализирал всеки отделен неврон в мозъка и би създал триизмерна карта, показваща всички връзки. Това би бил наистина монументален проект, тъй като в мозъка има над 100 милиарда неврона, а всеки неврон е свързан с хиляди други неврони. Ако допуснем, че подобен проект бъде реализиран, човек ще може да картографира начина, по който определени мисли стимулират определени неврални пътища. В комбинация с речника на мислите, за чието придобиване са нужни сканирания с МРИ и ЕЕГ вълни, бихме могли да си представим, че човек ще може да дешифрира невралната структура на някои мисли по такъв начин, че да бъде в състояние да определи кри специфични думи или ментални образи съответстват на специфичните неврони, които биват активирани. Така човек би осъществил директно съответствие между една специфична мисъл, нейния израз с МРИ и специфичните неврони, които се възбуждат, за да предизвикат появата на тази мисъл в мозъка.

Малка крачка в тази посока беше съобщението през 2006 г. от Института „Алън“ за изучаване на мозъка (създаден от съоснователя на „Майкрософт“ Пол Алън), че неговите сътрудници са успели да направят триизмерна карта на генното изражение в мозъка на мишки, която описва подробно изражението на 21 000 гени на клетъчно равнище. Те се надяват впоследствие да направят подобен атлас на човешкия мозък. „Завършването на «Мозъчния атлас на Алън» представлява огромен скок напред в областта на една от големите граници на медицинската наука — мозъка“, заявява директорът на института Марк Тесие-Лавен. Този атлас ще бъде необходим на всеки, който пожелае да анализира невралните връзки в рамките на човешкия мозък, въпреки че мозъчният атлас е доста далеч от един истински проект за картографиране на невроните.

В резюме трябва да кажем, че естествената телепатия от типа, който играе главна роля в научната фантастика и фентъзито, е невъзможна днес. Сканиранията с МРИ и ЕЕГ вълните могат да бъдат използвани, за да четат само нашите най-прости мисли, защото мислите са разпръснати из целия мозък по сложни начини. Но как би могла да се развие тази технология през следващите десетилетия или векове? Неизбежно способността на науката да изучава мисловния процес ще се разширява експоненциално. Ако се повиши чувствителността на устройствата с МРИ и на други прецизни устройства, науката ще бъде в състояние да локализира с по-голяма точност начина, по който мозъкът обработва последователно мислите и емоциите. С помощта на мощни компютри човек ще анализира този масив от данни с голяма точност. Един речник на мислите ще бъде в състояние да категоризира голям брой мисловни модели, в които различни мисловни модели на екрана на МРИ съответстват на различни мисли или чувства. Въпреки че сложното двустранно съответствие между модели на МРИ и мисли може да не бъде постигнато никога, подобен речник би могъл да определи точно неконкретните мисли по определени теми. На свой ред мисловните модели на МРИ биха могли да бъдат картографирани на невронна карта, показваща точно кои неврони се възбуждат, за да предизвикат появата на една специфична мисъл в мозъка.

Но тъй като мозъкът не е компютър, а неврална мрежа, в която мислите са разпръснати из целия мозък, се изправяме пред следното препятствие: самия мозък. Въпреки че науката ще прониква все по-дълбоко в мислещия мозък, правейки възможно дешифрирането на някои мисловни процеси, няма да „чете вашите мисли“ с точността, обещавана от научната фантастика. Като се има предвид това обстоятелство, бих определил способността да се разчитат обикновените чувства и мисловните модели като спадаща към Клас I на невъзможните неща. Способността да се разчита по-точно вътрешната работа на съзнанието би трябвало да бъде категоризирана като спадаща към Клас II на невъзможните неща.

Но може би има по-директен начин, по който да се проникне в огромната мощ на мозъка. Вместо да използва радиовълните, които са слаби и се разпръсват лесно, не е ли възможно човек да проникне

директно в невроните на мозъка? Ако е така, ще бъдем в състояние да отпирим една още по-голяма сила: психокинезата.

[1] На официални вечери човек може също да прави смайващи демонстрации на телепатия. Помолете всички присъстващи да напишат някакво име върху листче хартия и поставете листчетата в шапка. Едно по едно изваждате всички сгънати листчета и преди да ги отворите, прочитате на глас името, изписано върху тях. Публиката ще бъде поразена. Телепатията е била демонстрирана точно пред очите им. Всъщност някои магьосници са стигали до славата и богатството благодарение точно на този трик. (Тайната на това изумително постижение на ума е следната. Извадете първото листче и прочетете наум какво е написано върху него, но обявете, че срещате трудности при прочитането му, защото „психичният етер“ е затъмнен. Извадете второ листче, но не го разтваряйте още. Сега произнесете името, което сте прочел върху първото листче. Лицето, което е написало това първо име, ще бъде удивено, тъй като ще си помисли, че сте прочел сгънатото, второ листче. Сега отворете второто листче и прочетете наум това, което пише върху него. Извадете трето листче и прочетете на глас името върху второто листче. Повторете този процес. Всеки път, когато изричате на глас името върху едно листче, вие прочитате съдържанието на предишното.) ↑

[2] Душевното състояние на един човек може да бъде определено в общи рамки, като бъде проследена точно посоката на движение на едно блуждаещо око, докато то разглежда фотография. Чрез осветяването с тънък светлинен лъч на очната ябълка, отразеното изображение на лъча може да бъде прожектирано върху стената. Чрез проследяването на пътя, по който е поел този отразен лъч светлина върху стената, човек възстановява точно мястото, където блуждае погледът на окото, докато то разглежда картина. (Когато разглежда лицето на някакъв човек в картина например, окото на наблюдателя обикновено се движи бързо напред-назад между очите на човека в картината и след това се насочва към устата, а после обратно към очите, преди да проучи внимателно цялата картина.) Докато дадено лице разглежда картина, човек може да види големината на неговите зеници и вследствие на това да установи дали той изпитва приятни или неприятни усещания. По този начин може да се разчете

емоционалното състояние на дадено лице. (Един убиец например ще изпитва силни емоции, докато гледа картина със сцена на убийство и разглежда точното място, заемано от трупа. Само убиецът и полицията знаят кое е мястото.) ↑

[3] Думата психичен се използва в значението на англ. *psychic* — свързан с паранормални явления като ясновидство, телепатия и др. — Б.пр. ↑

[4] Дружеството за психични изследвания включвало лорд Рейли (Нобелов лауреат), сър Уилям Крукс (изобретател на тръбата на Крукс, която се използва в електрониката), Чарлс Ричит (Нобелов лауреат), американския психолог Уилям Джеймс и министър-председателя Артър Балфур. Сред неговите поддръжници се числели такива светила като Марк Твен, Артър Конан Дойл, Алфред Лорд Тенисън, Луис Карол и Карл Юнг. ↑

[5] Първоначално Райн планирал да стане пастор, но след това се прехвърлил да учи ботаника, докато ходел в Чикагския университет. След като присъствал през 1922 г. на сказка, изнесена от сър Артър Конан Дойл, който четял из страната лекции за осъществяването на контакт с мъртвите, Райн бил заплепен от парапсихичните явления. По-късно той прочел книгата „Оцеляването на човека“ от сър Оливър Лодж, посветена на предполагаемите контакти с мъртвите по време на сеанси, и това засилило още повече интереса на Райн. Но той бил недоволен от тогавашното състояние на спиритизма. Неговата репутация често била опетнявана от неприятни слухове за измами и мошеничество. Всъщност собствените разследвания на Райн довели до разобличаването на измамничка на име Марджъри Крандън, което му навлякло презрението на мнозина спиритисти, сред които и Конан Дойл. ↑

[6] *Randi*, с. 51. ↑

[7] *Randi*, с. 143. ↑

[8] *San Francisco Chronicle*, November 26, 2001. ↑

[9] В заключение трябва да кажем, че възникват и правни, и морални въпроси, ако ограничени форми на телепатия станат нещо обикновено в бъдеще. В много държави е забранено от закона да се прави магнетофонен запис на телефонните разговори на дадено лице без негово съгласие, затова в бъдеще може да бъде забранено да се записват и мисловните модели на определен човек без негово

разрешение. Либертарианците също могат да се противопоставят на четенето на мислите на дадено лице без негово разрешение, с каквато и цел да се извършва това. Като се има предвид деликатното естество на мислите на дадено лице, може би никога няма да бъде разрешено от закона да бъдат представяни мисловни модели пред съда. В „Специален доклад“ — филм, в който главната роля се изпълнява от Том Круз, бе повдигнат етичният въпрос дали можете да арестувате някого за престъпление, което той още не е извършил. В бъдеще може да възникне въпросът дали намерението на едно лице да извърши престъпление, за което свидетелстват неговите мисловни модели, представлява инкриминиращо доказателство срещу същото това лице. Ако едно лице отпрати заплахи с думи, дали това ще има същото значение както в случая, когато е отпредило тези заплахи наум? Ще възникне и въпросът за правителствата и агенциите по сигурността, които не спазват каквито и да е закони и подлагат хора против волята им на мозъчни сканирания. Дали това ще представлява правилно поведение в правно отношение? Дали ще бъде разрешено от закона да се четат мислите на един терорист, за да бъдат разкрити неговите или нейните планове? Дали ще бъде разрешено от закона да се имплантират лъжливи спомени, за да бъдат измамени някои индивиди? В „Зов за завръщане“ — филм, в който главната роля се изпълнява от Арнолд Шварценегер, постоянно възниква въпросът дали спомените на едно лице са истински или имплантирани, което засяга самото естество на това, което представляваме като личности. Тези въпроси вероятно ще останат чисто хипотетични през следващите десетилетия, но докато технологията напредва с бавни стъпки, тя неизбежно ще повдига морални, правни и обществени въпроси. За щастие разполагаме с достатъчно дълго време, за да им дадем отговор. ↑

[10] Fox, Douglas. *New Scientist Magazine*, May 4, 2006. ↑

[11] Ross, Philip. *Scientific American*, September 2003. ↑

[12] *Science Daily*, www.sciencedaily.com. April 9, 2005. ↑

[13] Cavelos, с. 184. ↑

6. ПСИХОКИНЕЗА

Една нова научна истина триумфира, не защото убеждава своите опоненти и ги кара да разберат грешката си, а защото те в крайна сметка умират и израства ново поколение, което е запознато с нея.

Макс Планк

Привилегия на глупака е да изрича истини, които никой друг не би произнесъл.

Шекспир

Един ден боговете се срещнали в небесата и започнали да оплакват скръбното състояние на човечеството. Те били отвратени от нашите суетни, глупави и безсмислени действия. Но един бог се смилил над нас и решил да извърши експеримент — да дари неограничена власт на някой съвсем обикновен човек. Въпросът обаче бил как ще постъпи един човек, ако стане бог.

Този тъп, най-обикновен човек бил Джордж Фодъринги — галантерист, който изведнъж установил, че притежава божествени способности. Той можел да кара свещите да се носят из въздуха, да променя цвета на водата, да сътворява превъзходни ястия и дори да създава от нищото диаманти. Първоначално използвал способностите си за развлечение и за да върши добри дела. Но накрая неговата суетност и страст към властта го завладели напълно и той се превърнал в алчен тиран, който притежавал невероятни дворци и богатства. Опиянен от тази неограничена власт, той направил фатална грешка. Наредил арогантно на Земята да спре да се върти. Изведнъж настъпил невъобразим хаос, тъй като силни ветрове понесли всичко във въздуха със скорост от 1 000 мили (ок. 1 800 км) в час — скоростта на въртене на Земята. Цялото човечество било захвърлено в открития

космос. В отчаянието си той изказал последното си желание: всичко да се върне и да бъде такава, каквото е било.

Това е сюжетната линия на филма „Човекът, който можеше да върши чудеса“ (1936 г.), сниман въз основа на новела от Х. Дж. Уелс, писана през 1911 година. (По-късна версия е филмът „Всемогъщия Брус“ (2003 г.), в който главна роля играе Джим Кери.) От всичките способности, приписвани на екстрасензорните възприятия, психокинезата — контролът на ума над материята или способността да бъдат придвижвани обекти чрез мисъл — е засега признак за най-голямо могъщество, присъщо на едно божество. Това, на което наблягал Уелс в своята новела, било, че божествените способности изискват и божествена преценка и мъдрост.

Психокинезата заема видно място в литературата, особено в Шекспировата пиеса „Бурята“, в която магьосникът Просперо, дъщеря му Миранда и вълшебният дух Ариел са изоставени в продължение на дълги години на един самотен остров заради вероломството на злия брат на Просперо. Когато Просперо узнава, че брат му плава на кораб в близост до тях, за отмъщение призовава на помощ психокинетичните си способности и предизвиква разразяването на страшна буря, която кара кораба да се разбие в острова. След това използва психокинетичните си способности, за да манипулира съдбата на злочестите оцелели, в това число Фердинанд — невинен хубав младеж, когото кара да се влюби в Миранда.

(Руският писател Владимир Набоков отбелязва, че „Бурята“ прилича поразително на научнофантастична приказка. Всъщност около 350 години след като била написана, „Бурята“ била преправена в научнофантастичния класически филм от 1956 г., наречен „Забранената планета“, в който Просперо се превръща в мрачния учен Морбиус, духът се преобразява в Робота Роби, Миранда става прекрасната дъщеря на Морбиус Алтаира, а островът се превръща в планетата Алтаир-4. Джин Родънбъри, съзателят на сериала „Стар Трек“, признава, че „Забранената планета“ е един от източниците на вдъхновение за неговия телевизионен сериал.)

В по-нови времена психокинезата е централната сюжетна идея на романа „Кери“ (1974 г.), написан от Стивън Кинг, и превърнал един неизвестен, измъчван от бедността писател в световен автор номер едно сред създателите на хоръри. Кери е болезнено срамежлива

трогателна гимназистка, която е презирана и третирана като парий и тормозена безмилостно от своята душевно болна майка. Единственото ѝ утешение са нейните психокинетични способности, които очевидно се предават от поколение на поколение в нейния род. Във финалната сцена нейните мъчителки я подмамват да си помисли, че ще бъде обявена за кралица на бала и след това изливат свинска кръв върху новата ѝ рокля. В акт на отмъщение Кери заключва със силата на ума си всички врати, убива с електрически ток своите мъчителки, изгаря училищната сграда и отприщва самоубийствена огнена буря, която унищожава по-голямата част от центъра на града, като по този начин погубва и себе си.

Темата за психокинезата в ръцете на някакъв нестабилен индивид е основата и на един паметен епизод от „Стар Трек“, озаглавен „Чарли Екс“, в който става дума за млад мъж от далечна колония в Космоса, склонен към криминални прояви. Вместо да използва психокинетичните си способности за добро, той си служи с тях, за да контролира другите хора и да пречупва волята им в зависимост от егоистичните си желания. Ако успее да завладее „Ентърпрайс“ и да се добере до Земята, той би могъл да предизвика опустошения в планетарен мащаб и да унищожи в крайна сметка цялата планета.

Психокинезата е и способност на Силата, която се владее от митично общество воители, наречени Рицарите Джедаи в сагата „Междузвездни войни“.

ПСИХОКИНЕЗАТА И РЕАЛНИЯТ СВЯТ

Може би най-прочутият сблъсък на тема психокинеза в реалния живот е станал в шоуто на Джони Карсън през 1973 година. В този епичен сблъсък взели участие Ури Гелър — израелски екстрасенс, който твърдял, че може да огъва лъжици със силата на мисълта си — и Изумителния Ранди — професионален магьосник, който впоследствие се превърнал в разобличител на измамниците, които твърдели, че притежават парапсихични способности. (Странно, но и тримата споделяли общо наследство. Всички те били започнали кариерите си като магьосници, усвоявайки ловки трикове, които щели да поразят недоверчивата публика.)

Преди появата на Гелър Карсън се посъветвал с Ранди, който предложил Джони да достави свои собствени лъжици и да ги прегледа преди започването на шоуто.^[1] По телевизията Карсън изненадал Гелър, като го помолил да огъне не своите лъжици, а неговите. Гелър изпаднал в неудобно положение, тъй като всеки път когато правел опит, не успявал да огъне лъжиците. (По-късно Ранди се появил в шоуто на Джони Карсън и извършил успешно трика с огъването на лъжиците, но проявил благоразумието да каже, че неговото изкуство е чиста магия, а не проява на парапсихични способности.)

Изумителния Ранди предложил един милион долара на всеки, който може да демонстрира успешно проява на парапсихични способности. Досега нито един екстрасенс не е успял да отвърне достойно на това предизвикателство.

ПСИХОКИНЕЗА И НАУКА

Проблемът при научния анализ на психокинезата е, че учените биват лъгани лесно от тези, които твърдят, че притежават парапсихични способности. Учените са обучени да вярват на това, което виждат в лабораторията. Магьосниците, които претендират, че притежават парапсихични способности обаче, са обучени да мамят другите със зрителни илюзии. В резултат на това учените се оказвали лоши наблюдатели на парапсихични явления. През 1982 г. например парапсихолози били поканени да анализират две момчета, за които се смятало, че притежават необикновени способности. Това били Майкъл Едуардс и Стив Шоу. Те твърдели, че могат да огъват метални предмети, да създават изображения върху фотографски филм чрез своите мисли, да движат предмети чрез психокинеза и да четат мисли. Парапсихологът Майкъл Толбърн бил толкова впечатлен от това, което видял, че измислил термина „психокинет“, за да опише момчетата. В Лабораторията за психични изследвания „Макдонъл“ в Сейнт Луис, Мисури, парапсихолозите били поразени от способностите на момчетата. Парапсихолозите вярвали, че разполагат с истинско доказателство за способностите на момчетата и започнали да подготвят научна статия за тях. На следващата година момчетата обявили, че са измамници и че техните „способности“ се дължат на най-обикновени магически трикове, а не на нещо свръхестествено. (Единият от младежите — Стив Шоу, щял да продължи развитието си

и да стане виден магьосник, който често се появявал по националната телевизия и понякога бивал „изгарян жив“ в продължение на няколко дни.)

Продължителни експерименти в областта на психокинезата били извършвани и в Института „Райн“ към университета „Дюк“ в контролирана среда, но с противоречиви резултати. Пионерът в тази област, професор Гертруде Шмайндлер, беше моя колежка в Градския университет на Ню Йорк. Бивша издателка на „Парапсайколъджи Магазин“ и президентка в миналото на Парапсихогическата асоциация, тя беше омагьосана от екстрасензорните възприятия и провеждаше много експерименти със своите студенти в колежа. Имаше навика да устройва коктейли, на които известни екстрасенси правеха трикове пред гостите, за да набира доброволци. Но след като анализира стотици студенти и десетки менталисти и екстрасенси, веднъж ми довери, че не е в състояние да намери дори един човек, който да извърши тези психокинетични подвизи по поръчка в контролирана среда.

Веднъж тя пръсна из стаята съвсем малки термистори, които можеха да измерват промени в температурата в рамките на един градус. Един менталист успя след голямо умствено усилие да повиши температурата на един термистор с една десета от градуса. Шмайндлер беше горда с този експеримент в строго контролирана среда. Но това беше далеч от способността на нечий ум да движи големи обекти.

Едно от най-строго контролираните, но също противоречиви, изследвания на психокинезата бе извършено в рамките на Изследователската програма за аномални явления (PEAR) на Принстънския университет, създадена през 1979 г. от Робърт Дж. Джан, декан на Института за инженерни и приложни науки. Експериментаторите към PEAR проучваха дали човешкият разум е способен само чрез мисли да влияе върху резултати от случайни събития, или не е в състояние да постигне това. Например знаем, че когато подхвърлим монета, има 50 процента вероятност тя да падне ези или тура. Но учените в PEAR твърдели, че човешката мисъл сама по себе си е способна да повлияе върху резултатите от тези случайни събития. По време на целия двадесет и осем годишен период до окончателното приключване на програмата през 2007 г. експериментаторите към PEAR проведоха хиляди експерименти, които

включвали повече от 1,7 милиона опита или 340 милиона подхвърляния на монети. Резултатите като че ли потвърждават психокинетичните ефекти, но те са съвсем слаби и средностатистически достигат не повече от няколко повлияни числа на десет хиляди подхвърляния. И дори тези незначителни резултати бяха оспорени от други учени, които твърдяха, че в данните на изследователите има едва забележими, скрити отклонения от правилата.

(През 1988 г. Американската армия моли Националния изследователски съвет да проучи твърденията за съществуване на паранормална дейност. Американската армия желае да изследва всяко възможно предимство, което може да предложи на своите войници, като включва в това число и парапсихичните способности. В доклада на Националния изследователски съвет се визира създаването на хипотетичен „Първи земен батальон“, съставен от „воини-монаси“, които щели да усвоят почти всички техники, разглеждани от съвета, включително прилагането на екстрасензорни възприятия, което включва способността да напускат телата си по желание, да левитират, да лекуват чрез парапсихични средства и да преминават през стени.^[2] При проучването на твърденията наPEAR Националният изследователски съвет установил, че *половината* от всички успешни изпитания се дължат на един-единствен индивид. Някои критици са убедени, че това лице е човекът, провел експериментите или написал компютърната програма заPEAR. „Според мен е проблематично, ако човекът, който ръководи лабораторията, е единственият, който представя резултатите“, казва доктор Рей Химан от университета в Орегон. В доклада се стига до заключението, че няма „научно потвърждение, достигнато въз основа на изследване, провеждано през 130-годишен период, за съществуването на парапсихични феномени“.)^[3]

Проблемът при проучването на психокинезата, както признават дори нейните защитници, е, че тя не се съгласува със законите на физиката. Гравитацията, която е най-слабата сила във Вселената, само привлича и не може да се използва за предизвикване на левитация или на отблъскване на обекти. Електромагнитната сила се подчинява на уравненията на Максвел и не допуска възможността неутрални обекти да бъдат изблъскани от електричеството от единия в другия край на

една стая. Ядрените сили действат само в къс обхват като разстоянието между частиците в ядрата на атомите.

Друг проблем при психокинезата е снабдяването с енергия. Човешкото тяло може да произвежда само една пета от една конска сила, обаче когато Йода в „Междувездни войни“ кара цял междувезден кораб да левитира със силата на съзнанието си или когато Циклопът изстрелва снопове лазерни лъчи, тези изключителни постижения нарушават принципа за запазване на енергията — едно съвсем малко същество като Йода не може да натрупа количеството енергия, необходимо за повдигане на един междувезден кораб. Без значение колко усърдно се концентрираме, ние не можем да натрупаме достатъчно енергия, за да извършим подвизите и чудесата, приписвани на психокинезата. Като се вземат предвид тези проблеми, как би могла психокинезата да бъде съвместима със законите на физиката?

ПСИХОКИНЕЗАТА И МОЗЪКЪТ

Ако психокинезата не се съгласува с известните сили във Вселената, как би могла тя да бъде овладяна в бъдеще? Указание за това се съдържа в епизода от „Стар Трек“, озаглавен „Кой скърби за Адонаите?“, в който екипажът на „Ентърпрайс“ се натъква на раса от същества, приличащи на гръцки богове, които притежават способността да извършват фантастични неща, като просто си мислят за тях. Първоначално изглежда така, сякаш екипажът наистина е срещнал богове от Олимп. Накрая обаче екипажът осъзнава, че те изобщо не са богове, а обикновени същества, които могат да контролират ментално една централна енергийна станция, която след това изпълнява желанията им и извършва чудесата. Като унищожава техния енергиен източник, екипажът на „Ентърпрайс“ съумява да се освободи от властта им.

Подобно на това, изобщо няма да се влезе в противоречие със законите на физиката, ако един човек от бъдещето бъде обучен да манипулира ментално електронно сензорно устройство, което би му дало „божествени“ способности. Радио-усилената или компютърно-усилената психокинеза е реална възможност. Например ЕЕГ би могло да се използва като примитивно психокинетично устройство. Когато хората гледат своите ЕЕГ мозъчни модели на екрана, рано или късно се

научават да контролират отчасти съзнателно мозъчните модели, които виждат, чрез процес, наречен „биофийдбек“.

Тъй като не съществува подробно описание на мозъка, което да ни каже кой неврон контролира даден мускул, пациентът трябва да участва активно в учебния процес, по време на който се научава да контролира тези нови модели с помощта на компютър.

Накрая индивидите ще могат по поръчка да предизвикат на екрана появата на определени типове вълнови модели. Изображението от екрана може да бъде изпратено на компютър, програмиран да разпознава тези специфични вълнови модели и след това да изпълнява точно определена команда като включването на електрически ключ или запалването на двигател. С други думи, един човек би могъл, само като си помисли, да създаде специфичен мозъчен модел на ЕЕГ екрана и да включи компютър или да запали кола.

По този начин например един напълно парализиран човек може да контролира своята инвалидна количка само чрез силата на своите мисли. Или ако един човек умее да създава двадесет и шест разпознаваеми модела на екрана, той би бил в състояние да пише на компютър, като просто си мисли за това. Разбира се, това засега си остава несъвършен метод за предаване на мисли. Нужно е значително време, за да бъдат обучени хората да манипулират своите мозъчни вълни посредством биофийдбек.

„Писането на компютър чрез мислене“ се приближава до реалността след работата в тази област на Нилс Бирбаумер от Тюбингенския университет в Германия. Той използва биофийдбек, за да помага на хора, които са парализирани частично вследствие на увреждане на нервите им. Като ги обучава да генерират различни мозъчни вълни, той успява да ги научи да изписват на компютърен екран прости изречения.^[4]

Нещо повече — в мозъците на маймуни били имплантирани електроди и те били приучени чрез биофийдбек да контролират мислите си. След това те били в състояние да контролират ръката на робот по интернет само с мисълта си.^[5]

Още по-прецизна серия от експерименти е проведена в университета „Емъри“ в Атланта, където стъклено зърно било вмъкнато директно в мозъка на жертва на удар, която била парализирана. Стъкленото зърно било свързано с жица, която на свой

ред била свързана с персонален компютър. Мислейки си определени неща, пострадалият успял да изпрати сигнали по жицата и да движи курсора върху екрана на персоналния компютър. След много тренировки, използвайки биофийдбек, той бил в състояние да контролира съзнателно движението на курсора. По принцип курсорът на екрана би могъл да се използва за изписването на мисли, за включването на машини, за карането на виртуални коли, за игра на видеоигри и т.н.

Един учен в областта на невронауките от университета „Браун“ на име Джон Донахю е направил може би най-важните пробиви в областта на интерфейса между ум и машина. Той е изобретил апарат, наречен „брейнгейт“, който дава възможност на парализиран човек да извършва забележителна поредица от физически действия с използването само на силата на ума. Донахю е тествал устройството върху четирима пациенти. Двама от тях страдали от поражения на гръбначния мозък, третият бил получил удар, а четвъртият бил парализиран вследствие на заболяване от АЛС (амиотрофична латерална склероза, болестта на Лу Герих, болестта на Шарко или болестта на моторните неврони — същата болест, която измъчва космолога Стивън Хокинг).

На един от пациентите на Донахю — двадесет и пет годишния Матю Нейгъл, който бил напълно парализиран от шията надолу, му трябвал само един ден, за да придобие изцяло новите компютризирани умения. Сега той може да сменя каналите на своя телевизор, да коригира силата на звука, да включва и изключва изкуствена ръка, да рисува примитивни кръгчета, да движи компютърен курсор, да играе на видеоигри и дори да чете имейли. Той предизвика истинска медийна сензация в научната общност, когато се появи на корицата на списанието „Нейчър“ през лятото на 2006 година.

Сърцевината на брейнгейта на Донахю е един съвсем малък силициев чип, широк само 4 мм, който съдържа сто съвсем малки електрода. Чипът е поставен директно върху тази част от мозъка, в която се координира двигателната дейност. Той прониква наполовина в мозъчната кора, която е дебела около 2 милиметра. Златни жици пренасят сигналите от силициевия чип в усилвател, голям колкото цигарена кутия. След това сигналите се изпращат в компютър с размерите на съдомиялна. Сигналите се обработват със специален

компютърен софтуер, който може да разпознава част от моделите, създавани от мозъка, и да ги трансформира в механични движения.

По време на предишните експерименти с пациенти, четящи своите ЕЕГ вълни, процесът на използване на биофийдбек бил бавен и досаден. Но с помощта на компютър, помагач на пациента да идентифицира специфични мисловни модели, процесът на обучението се скъсява значително. По време на първия етап на обучението казали на Нейгъл да движи горната и долната част на ръката си надясно и наляво, огъвайки китката, и след това да свива ръката си в юмрук и после да я разтваря. Донахю се въодушевил, като видял наистина как различни неврони се възбуждат, когато Нейгъл си представял, че движи ръцете и пръстите си. „Що се отнася до мен, усещането беше просто невероятно, защото можех да видя как мозъчните клетки променят активността си. Тогава разбрах, че технологията би проработила наистина“, спомня си той.^[6]

(Донахю имал лично основание за своята мания по тази екзотична форма на интерфейс между ум и машина. Като дете той се придвижвал на инвалидна количка заради мъчително дегенеративно заболяване, така че бил изпитал лично безпомощността от загубата на подвижност.)

Донахю има амбициозните планове да превърне брейнгеята в инструмент, крайно необходим за медицинската професия. С помощта на разработки в областта на компютърната технология неговият апарат, който сега е голям колкото съдомиялна, може накрая да стане преносим и дори да се носи върху дрехите на човека. А тремавите жици да станат излишни, ако чипът започне да осъществява безжична връзка, така че имплантът да комуникира директно с външния свят.

Въпрос на време е и други части на мозъка да могат да се активират по този начин. Учените вече са картографирали повърхността на горната част на мозъка. (Ако се направи графично изображение на ръцете, краката, главата и гърба върху горната част на главата на човека, посочвайки къде невроните са свързани в общи линии, ще се получи нещо, наречено „хомункулус“ или малко човече. Изображението на частите на тялото, изрисувано над нашия мозък, прилича на изкривен човек с удължени пръсти, лице и език, и смален торс и гръб.)

Трябва да е възможно да бъдат поставени силициеви чипове в различни части на мозъчната кора така, че различни органи и принадлежности да могат да се активират със силата на чистата мисъл. По този начин всяко физическо действие, извършвано от човешкото тяло, може да бъде дублирано чрез този метод. Така че е напълно реалистично да си представим един парализиран човек в бъдещето, който живее в специално проектиран в психокинетично отношение дом и който е в състояние да контролира климатика, телевизора и всичките електроуреди само със силата на мисълта си.

Можем да си представим дори как в бъдещето тялото на един парализиран човек ще бъде поставено в специален „екзоскелет“, който ще му осигурява пълна свобода на движение. Такъв екзоскелет би могъл по принцип дори да даде осигури на някого възможности, надминаващи тези при нормалния човек, които ще го превърнат в бионично същество, способно да контролира огромната механична мощ на своите суперкрайници само с мисълта си.

Така че проблемът за контролирането на компютър с човешкия ум вече не е неразрешим. Но означава ли това, че един ден ще бъдем в състояние да движим обекти, да ги караме да левитират и да ги манипулираме във въздуха само с мисълта си?

Една възможност за постигането на това е покриването на стените на домовете ни със слой от свръхпроводник със стайна температура, ако приемем, че един ден може да бъде създадено такова устройство. Тогава, ако поставим съвсем малки електромагнити в домашните предмети, ще можем да ги караме да левитират над пода с помощта на ефекта на Майснер, както видяхме в първа глава. Ако тези електромагнити бъдат контролирани от компютър, а този компютър е свързан с нашия мозък, то в такъв случай бихме могли да караме обектите да се носят из въздуха по наше желание. Мислейки си определени неща, бихме могли да включим компютър, който след това да активира различните електромагнити, като ги кара да левитират. През погледа на външен наблюдател това би изглеждало като магия — способността да бъдат движени обекти и да бъдат карани да левитират по наше желание.

НАНОБОТИ

Ами способността не само да бъдат движени обекти, но и те да бъдат преобразявани, един обект да се превръща в друг като по магия? Магьосниците вършат това с ловкостта на ръцете си. Но дали подобна способност е съвместима със законите на физиката?

Една от целите на нанотехнологията, както вече споменахме, е да бъде в състояние да използва атоми за конструирането на съвсем малки машини, които могат да функционират като лостове, зъбчати колела, сачмени лагери и скрипци. Мечтата на много физици е с помощта на наномашини те да бъдат в състояние да пренареждат молекулите в един обект, атом по атом, докато той се превърне в друг обект. Това е основата на „репликатора“, срещан в научната фантастика, който позволява на човека да произвежда всеки предмет, който пожелае, като просто поиска това от него. По принцип репликаторът би могъл да премахне бедността и да промени естеството на самото общество. Ако можем да произвеждаме всеки предмет, като просто го пожелаем, цялата представа за оскъдицата, ценността и йерархията в човешкото общество ще се преобърне с главата надолу.

(В един от любимите ми епизоди в „Стар Трек: Следващото поколение“ се натъкваме на репликатор. В открития космос е намерена древна космическа капсула от ХХ в. в състояние на дрейф. В нея са открити замразените тела на хора, които са боледували от заболявания с летален изход. Телата са размразени и са излекувани с помощта на междувременна напредналата медицина. Един от спасените — бизнесмен, осъзнава, че вложенията му трябва да са нараснали неимоверно след толкова много столетия. Той разпитва веднага екипажа на „Ентърпрайс“ за ситуацията. Членовете на екипажа са озадачени. Пари? Вложения? В бъдещето няма нужда от пари, обясняват те. Ако искате нещо, просто си го пожелавате.)

Колкото и да е смайващ репликаторът, природата вече е създала такъв. „Доказателството на принципа“ вече съществува. Природата може да вземе сурови материали като месо и зеленчуци и да създаде човешко същество за девет месеца. Чудото на живота не е нищо друго, освен един голям нанозавод, който е способен, на атомно равнище, да преобразува една форма на материята (например храна) в жива тъкан (бебе).

За да направи нанозавод, на човек са му необходими три съставни елемента: градивни материали, инструменти, които могат да

режат и да съединяват тези материали, и подробен план, по който да се ръководи употребата на инструментите и материалите. В естествени условия градивните материали са аминокиселините и протеините, от които биват създадени плътта и кръвта. Режещите и свързващи инструменти — като трионите и чуковете, — необходими за оформянето на протеините в нови форми на живот, са рибозомите. Те имат предназначението да разрязват и свързват наново протеините в специфични точки, за да създават нови типове протеини. А подробният план се предоставя от ДНК молекулата, която шифрира тайната на живота в прецизна последователност от нуклеинови киселини. Тези три съставни елемента на свой ред се комбинират в клетка, която притежава забележителната способност да създава свои копия, т.е. способна е на саморепликация. Това изключително постижение може да бъде направено, тъй като ДНК молекулата има формата на двойна спирала. Когато настъпи време за възпроизвеждане, ДНК молекулата се развива в две отделни спирали. След това всяка отделна нишка създава свои копия чрез закачване за органични молекули с цел пресъздаване на липсващата спирала.

Досега физиците са постигали само скромен успех в усилията си да имитират тези особености, откривани в естествени условия. Но учените вярват, че ключът към успеха е създаването на екипи от саморепликиращи се „наноботи“, които представляват програмируеми атомни машини, проектирани да пренареждат атомите в рамките на един обект.

По принцип, ако човек разполага с трилиони наноботи, те биха могли да се струпат върху един обект и да режат и заменят атомите му, докато го трансформират в друг. Тъй като те биха се саморепликирали, за стартирането на процеса ще бъдат необходими съвсем малко на брой. Те ще трябва да бъдат и програмируеми, така че да могат да следват даден подробен план.

Трябва да бъдат преодоленни огромни пречки, преди човек да конструира екип от наноботи. Първо, саморепликиращите се роботи са изключително трудни за конструиране, дори на макроскопично равнище. (Дори създаването на прости атомни инструменти като атомните сачмени лагери и зъбчати колела е отвъд възможностите на днешните технологии.) Ако човек получи персонален компютър и маса, отрупана с резервни електронни части, ще му бъде много трудно

да сглоби от тях машина, която да притежава способността да прави свои копия. Ако е трудно да бъде конструирана механично саморепликираща се машина, то конструирането на такава на атомно равнище би било още по-трудно.

Второ, не е ясно как човек би програмирал такъв екип от наноботи отвън. Някои предлагат да бъдат изпращани радиосигнали, които да активират всеки нанобот. Лазерни лъчи, съдържащи инструкции, биха могли да бъдат изстреляни към наноботите. Но това би означавало, че трябва да има отделна серия от инструкции за всеки нанобот, а пък те биха могли да наброяват трилиони.

Трето, не е ясно как наноботът ще реже, пренарежда и заменя атомите в правилен ред. Спомнете си, че на природата са й били необходими три и половина милиарда години, за да реши този проблем, а решаването му за няколко десетилетия би било изключително трудно.

Един физик, който гледа сериозно на идеята за репликатор или за „личен производител“, е Нийл Гершенфелд в МТИ (Масачузетския технологичен институт). Той дори води курс, наречен „Как да правим (почти) всичко“, който е един от най-популярните в университета. Гершенфелд е директор на Центъра за битове и атоми в МТИ и е обмислил сериозно физиката, на която би се основавал един личен производител, който той смята за „следващото голямо нещо“. Ученият дори е написал книга — *FAB: The Coming Revolution on Your Desktop: From Personal Computers to Personal Fabrication (Настъпващата революция върху вашия десктоп: от персоналните компютри до личното производство)*, в която излага подробно мислите си за личното производство. Той е убеден, че целта е да бъде „направена машина, която може да направи всяка друга машина“. За да разпространи идеите си, Гершенфелд вече е създал мрежа от лаборатории по света, предимно в страните от Третия свят, където личното производство би оказало максимално въздействие.

За начало ученият си представя универсален производител, достатъчно малък, за да бъде поставен на бюрото ви, който ще използва последните разработки в областта на лазерите и микроминиатюризацията и ще притежава способността да реже, споява и оформя всеки предмет, изобразен върху екрана на персоналния ви компютър. Бедните хора в една страна от Третия свят,

например биха могли да си поискат определени инструменти и машини, от които имат нужда за своите ферми. Тази информация ще бъде изпратена в персонален компютър, който има достъп до огромна библиотека от подробни планове и техническа информация от интернет. След това компютърният софтуер ще съчетае съществуващите подробни планове с нуждите на отделните хора, ще обработи информацията и после ще им я изпрати обратно с имейл. Тогава техният личен производител ще използва своите лазери и миниатюрни режещи инструменти, за да направи предмета, който те желаят.

Универсалният личен завод е само първата крачка. В крайна сметка Гершенфелд иска да сведе своята идея до молекулярно равнище, така че един човек да може да произвежда буквално всички обекти, които може да си представи нагледно човешкият разум. Напредъкът в тази насока обаче е бавен заради трудностите при манипулирането на отделните атоми.

Пионер, който работи в тази насока, е Аристидес Рекича от университета в Южна Калифорния. Неговата специалност е „молекулярна роботика“, а целта му не е нищо друго, освен създаването на екип от нанороботи, който може да манипулира атомите по желание на оператора. Според него има два подхода. Първият от тях е подходът „отгоре-надолу“, при който инженерите използват технологията за гравирание от полупроводниковата индустрия, за да създадат съвсем малки вериги, които да послужат като мозъци на нанороботите. С помощта на тази технология човек би могъл да създаде съвсем малки роботи, чиито компоненти достигат размери от 30 нм (нанометра), използвайки „нанолитография“ (бързо движещо се поле).

Вторият подход е „дъно-връх“, при който инженерите създават съвсем малки роботи с големината на атом. Главният инструмент за постигане на това е сканиращият сондов микроскоп (SPM), който използва същата технология като сканиращия тунелен микроскоп, за да идентифицира и движи наоколо отделните атоми. Например учените са станали големи майстори в придвижването на ксенонови атоми върху платинени или никелови повърхности. „Но — признава той — все още и на най-сръчните групи в света им трябва около 10 часа, за да сглобят структура от 50 атома.“^[7] Ръчното придвижване на

единични атоми е бавна и скучна работа. Той твърди, че това, което е необходимо, е нов тип машина, която да изпълнява функции на високо равнище, машина, която може да движи автоматично стотици атоми по желания начин. За съжаление такава машина все още не е изобретена. Така че подходът „дъно-връх“ все още е в пелени.

Психокинезата, макар и невъзможна според днешните стандарти, е възможна в бъдеще, когато ще сме в състояние да осигурим достъп до мислите в нашия мозък чрез ЕЕГ, МРИ и други методи. В рамките на този век може да се окаже възможно използването на задвижван по мисловен път апарат за манипулиране на свръхпроводници със стайна температура и за достигане на изключителни постижения, подобни на магия. А през следващото столетие е възможно и пренареждането на молекулите в макроскопичен обект. Това причислява психокинезата към Клас I на невъзможните неща.

Някои учени твърдят, че ключът към тази технология е създаването на наноботи с изкуствен интелект. Но преди да сме в състояние да създаваме съвсем малки роботи с размера на молекула, възниква елементарният въпрос дали е възможно изобщо съществуването на роботи.

[1] Изумителния Ранди, възмутен, че професионални магьосници, които притежават необходимата квалификация и умения, за да мамат наивници, могат да претендират, че притежават парапсихични способности, се впуснал в кариерата на разобличител на измами. Той изпитвал особено удоволствие от това да възпроизвежда всяко изключително постижение, извършвано от екстрасенсите. Изумителния Ранди следва традицията на Великия Худини — магьосник, който също станал разобличител на измамници и шарлатани, които използвали своите магьоснически умения, за да мамат другите за своя изгода. Ранди обаче се хвали, че може да измами дори учени със своите трикове. Той казва: „Мога да отида в една лаборатория и да измамя която и да е група от учени.“ Cavelos, с. 220. ↑

[2] Cavelos, с. 240. ↑

[3] Cavelos, с. 240. ↑

[4] Ross, Philip. *Scientific American*, September 2003. ↑

[5] Nicoletis, Miguel, and John Chapin. *Scientific American*, October 2002. ↑

[6] Dunn, Kyla. *Discover Magazine*, December 2006, c. 39. ↑

[7] Requicha, Aristides A. G. Nanobots, <http://www.lmr.usc.edu/lmr/publications/nanorobotifcs>. ↑

7. РОБОТИ

*По някое време през следващите тридесет години,
един ден сред тишина и спокойствие ние ще престанем да
бъдем най-умните същества на Земята.*

Джеймс Маклиър

В „Аз, роботът“ — филма, направен въз основа на написаното на Айзък Азимов, през 2035 г. е активирана най-модернизираната роботизирана система, конструирана някога. Тя се нарича VIKI (Virtual interactive Kinetic Intelligence — Виртуален интерактивен кинетичен интелект) и има предназначението да ръководи безупречно операционните системи в една голяма метрополия. Всичко се контролира от VIKI, като се започне от системата на метрото и електрическата мрежа и се стигне до хилядите домашни работи. Главната ѝ задача е строго определена: да служи на човечеството.

Но един ден VIKI си задава жизненоважния въпрос: Кой е най-големият враг на човечеството? VIKI стига по математически път до заключението, че най-злият враг на човешкия род е самото човечество. То трябва да бъде спасено от безумното си желание да замърсява, да отрицва войни и да унищожавя планетата. Единственият начин, по който VIKI може да изпълни своята най-важна директива, е да установи власт над човешкия род и да създаде добра диктатура на машината. Човечеството трябва да бъде поробено, за да бъде предпазено от самото себе си.

„Аз, роботът“ поставя за разглеждане ред въпроси. Като се има предвид астрономически бързият напредък в областта на компютрите, дали един ден машините ще надделеят над нас? Възможно ли е роботите да се модернизират толкова, че да се превърнат в основната заплаха за нашето съществуване?

Според някои учени това не е възможно, защото самата идея за изкуствен интелект е глупава. Множество критици в хор заявяват, че е невъзможно да бъдат конструирани машини, които могат да мислят.

Техният аргумент е, че човешкият мозък е най-сложната система, която е създавала някога природата, поне в тази част на Галактиката, и всяка машина, която е проектирана да възпроизвежда човешката мисъл, е обречена на провал. Философът Джон Сърл от Калифорнийския университет в Бъркли и дори прочутият физик Роджър Пенроуз от Оксфорд са убедени, че машините са физически неспособни да извършват интелектуална операция като човешката мисъл.^[1] Колин Макджин от университета „Рътгърс“ твърди, че изкуственият интелект „прилича на мързеливците, които се опитват да практикуват фройдистка психоанализа. Те просто не притежават концептуалната подготовка“.^[2]

Могат ли машините да мислят е въпросът, който предизвиква разделението на научната общност вече в продължение на повече от век.

ИСТОРИЯТА НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ

Идеята за механични същества отдавна заплънява изобретателите, инженерите, математиците и мечтателите. От Тенекиения човек в „Магьосникът от Оз“ до детеподобните роботи във филма на Спилбърг „Изкуствен интелект“ и роботите убийци в „Терминатор“ идеята за машини, които действат и мислят като хората, ни омагьосва.

В гръцката митология бог Хефест (Вулкан) изковал механични прислужници от злато и трикраки маси, които можели да се движат благодарение на своята собствена енергия. Още през 400 г. пр.Хр. гръцкият математик Архит от Тарент писал за възможността да бъде направена птица робот, която да бъде привеждана в движение от силата на парата.

През I в. сл.Хр. Херон Александрийски (за когото се смята, че е изобретил първата машина, основана на пара) проектирал автомати, като един от тях според легендата притежавал способността да говори. Деветстотин години по-късно Ал-Джзари проектирал и конструирал автоматизирани машини като водни часовници, кухненски принадлежности и музикални инструменти, които се захранвали с енергия от водата.

През 1495 г. великият ренесансов художник и учен Леонардо да Винчи нарисувал подробни скици на рицар робот, който можел да стои изправен, да размахва ръцете си и да движи главата и челюстта си. Историците смятат, че това е първият реалистичен проект на хуманоидна машина.

Първият грубо изработен, но функциониращ робот бил конструиран през 1738 г. от Жак дьо Вокансон. Неговият андроид можел да свири на флейта, а механичната му патица — да се движи.

Думата „робот“ произлиза от чешката пиеса от 1920 г. „Р.У.Р.“, написана от автора на пиеси Карел Чапек („робот“ означава „робия“ на чешки език и „работа“ на словашки). В пиесата една фабрика, наречена „Универсалните работи на Росум“ произвежда армия от работи за извършване на черната и робска работа. (За разлика от обикновените машини обаче тези работи са направени от плът и кръв.) Накрая световната икономика започва да зависи от тях. Но хората проявяват лошо отношение към тях и накрая роботите въстават срещу своите човешки господари, като ги избиват. В гнева си обаче роботите убиват всичките учени, които могат да ги ремонтират и да създават нови работи, като по този начин се обричат на изчезване. Накрая два специални робота откриват, че притежават способността да се възпроизведат и потенциалната възможност да се превърнат в нови роботски Адам и Ева.

Роботите са били и темата на един от най-ранните и най-скъпи неми филми, правени някога — „Метрополис“, режисиран от Фриц Ланг през 1927 г. в Германия. Историята протича през 2026 г., когато работническата класа е осъдена да работи под земята в отвратителни мръсни фабрики, докато управляващият елит се забавлява на повърхността. Красива жена на име Мария е спечелила доверието на работниците, но управляващият елит се бои, че един ден тя може да ги поведе на бунт. Затова искат от един зъл учен да направи робот — копие на Мария. Накрая заговорът се проваля, защото роботът повежда работниците на бунт срещу управляващия елит и предизвиква рухването на обществената система.

Изкуственият интелект или AI се различава от предишните технологии, които разглеждахме досега, по това, че фундаменталните закони, на които се основава, все още не са строго формулирани. Въпреки че физиците разбират добре Нютоновата механика, теорията

на светлината на Максвел, относителността и квантовата теория на атомите и молекулите, основните закони на интелекта все още са обгърнати в мистерия. Нютонът на AI вероятно още не се е родил.

Но математиците и учените в областта на компютърните науки остават непоколебими. Според тях е само въпрос на време, преди една мислеща машина да излезе от лабораторията.

Най-влиятелната личност в областта на AI, един визионер, който помогнал за полагането на крайъгълния камък на изследването на AI, бил великият британски математик Алан Тюринг.

Именно Тюринг положил основите на компютърната революция. Той си представил мислено машина (наречена по-късно машината на Тюринг), която се състояла само от три елемента: лента за входяща информация, лента за изходяща информация и централен процесор (от рода на чип *Pentium*), който може да извършва точно определена серия от операции. Въз основа на това ученият успял да систематизира законите на изчислителните машини и да определи точно тяхната максимална мощност и ограничения. Днес всички дигитални компютри се подчиняват на строгите закони, формулирани от Тюринг. Архитектурата на целия дигитален свят дължи много на Тюринг.

Тюринг допринесъл и за създаването на математическата логика. През 1931 г. виенският математик Курт Гьодел шокирал математическия свят, като доказал, че има верни твърдения в аритметиката, които никога не могат да бъдат доказани в рамките на аритметичните аксиоми. (Например предположението на Голдбах от 1742 г. (че всяко четно цяло число, по-голямо от две, може да бъде изписано като сумата от две прости числа) е все още недоказано след повече от два и половина века, и може на практика да се окаже недоказуемо.) Разкритието на Гьодел съсипало двухилядолетната мечта, която води началото си още от гърците, да бъдат доказани всички верни твърдения в математиката. Гьодел показал, че винаги ще има верни твърдения в математиката, които просто са отвъд нашия обсег. Той показал, че математиката, която съвсем не е завършената и съвършена сграда, която са си представяли гърците, е незавършена.

Тюринг направил добавка към приноса на Гьодел, като показал, че е невъзможно да се знае изобщо дали на една машина на Тюринг ще й бъде необходимо безкрайно много време, за да извърши определени математически операции. Но ако на един компютър му е необходимо

безкрайно много време, за да изчисли нещо, това означава, че каквото и да помолите компютъра да изчисли, то няма да може да бъде изчислено. Така Тюринг доказал, че има верни твърдения в математиката, които са неизчислими, т.е. винаги ще бъдат отвъд обсега на действие на компютрите, без значение колко мощни са те.

През Втората световна война пионерският труд на Тюринг върху разбиването на кодовете вероятно е спасил живота на хиляди съюзнически войници и е повлиял върху изхода на войната. Съюзниците не били в състояние да разчетат тайния нацистки код, създаден от машина, наречена „Енигма“, затова Тюринг и колегите му били помолени да конструират машина, която да разбие нацисткия код. Машината на Тюринг била наречена „бомбата“ и в крайна сметка постигнала успех. Повече от двеста броя от неговите машини били пуснати в действие до края на войната. В резултат на това Съюзниците можели да разчитат тайните нацистки емисии и успели да заблудят нацистите за датата и мястото на окончателното нахлуване в Германия. И до днес историците спорят какъв точно е приносът на Тюринг за планирането на десанта в Нормандия, който накрая довел до поражението на Германия. (След войната работата на Тюринг била засекретена от британското правителство. По тази причина същинският му принос остава неизвестен за обществеността.)

Вместо да се отнасят към него като към военен герой, спомогнал за обръщането на хода на Втората световна война, Тюринг бил преследван безмилостно, което довело до смъртта му. Един ден в дома му имало обир и той повикал полиция. За нещастие полицията открила доказателства за неговата хомосексуалност и го арестувала. След това съдът наредил на Тюринг да бъдат инжектирани сексхормони, които оказали пагубно въздействие върху него, тъй като предизвикали уголемяване на гърдите му и му причинили силно душевно страдание. Той се самоубил през 1954 г., като изял ябълка, намазана с цианид. (Според един слух логото на корпорация „Епъл“ — ябълка със следи от отхапване по нея, отдава почит на Тюринг.)

Днес Тюринг вероятно е най-известен със своя „тест на Тюринг“. Изморен от безкрайните безплодни философски дискусии на тема дали машините могат да „мислят“ и дали имат „душа“, той се опитал да въведе строгостта и прецизността в дискусиите за изкуствения интелект, като измислил конкретен тест. Поставете един човек и една

машина в две запечатани кутии, предлага той. Разрешава ви се да задавате въпроси на всяка кутия. Ако не сте в състояние да кажете каква е разликата между отговорите на човека и машината, то в такъв случай машината е издържала „теста на Тюринг“.

Известни са прости компютърни програми като ELIZA, които могат да имитират разговорната реч и вследствие на това да заблудят повечето неподозиращи хора и да ги накарат да повярват, че си говорят с човек. (Повечето хора например по време на разговор използват само няколко думи и съсредоточават вниманието си върху малък брой теми.) Но досега не е била написана нито една компютърна програма, която може да заблуди хора, които си поставят точно определената задача да се опитат да установят в коя кутия е човекът и в коя машината. (Самият Тюринг предположил, че през 2000 г., като се има предвид експоненциалното нарастване на компютърната мощност, ще може да бъде конструирана машина, която би измамила 50 процента от съдиите по време на петминутен тест.)

Малка армия от философи и теолози обаче обявява, че е невъзможно да бъдат създадени истински роботи, които могат да мислят като нас. Философът от Калифорнийския университет в Бъркли Джон Сърл предлага въвеждането на „теста с китайската стая“, за да докаже, че AI не е възможен. По същество Сърл твърди, че макар и роботите да могат да издържат някакви форми на теста на Тюринг, те постигат това само защото боравят наслуки със символи, без да разбират ни най-малко какво означават те.

Представете си, че седите в кутията и не разбирате и дума китайски. Допуснете, че разполагате с книга, която ви позволява да превеждате бързо от китайски, като размествате йероглифите. Ако един човек ви зададе въпрос на китайски, вие просто размествате бързо тези странни на вид знаци, без да разбирате какво означават те, и давате правдоподобен отговор.

Същността на неговата критика се свежда до разликата между *синтаксис* и *семантика*. Роботите могат да усвоят синтаксиса на един език (например да боравят с граматиката, формалната структура и т.н.), но не и неговата истинска семантика (например какво означават думите). Роботите могат да боравят с думи, без да разбират какво означават те. (Това е подобно донякъде на разговора по телефона с машина, която изпраща автоматично гласови съобщения, в който

случай трябва да натискате бутона „едно“, „две“ и т.н. за всеки отговор. Гласът от другия край е напълно способен да разпознае вашите цифрови отговори, но му липсва каквото и да е разбиране на смисъла, вложен в тях.)

Физикът Роджър Пенроуз от Оксфорд също е убеден, че изкуственият интелект е невъзможен. Механичните същества, които могат да мислят и да притежават човешко съзнание, са невъзможни според законите на квантовата теория. Той твърди, че човешкият мозък е толкова далеч от каквото и да е възпроизвеждане в лабораторни условия, че създаването на човекоподобни роботи е експеримент, който е обречен на провал. (Аргументите му са, че по същия начин, по който Гьоделовата теорема за непълнотата е доказала, че аритметиката е незавършена, и принципът на неопределеността на Хайзенберг ще докаже, че машините са неспособни да извършват интелектуални операции като човешката мисъл.)

Обаче много физици и инженери са на мнение, че в законите на физиката няма нищо, което би възпрепятствало създаването на един истински робот. Например на Клод Шанън, наричан често бащата на информационната теория, веднъж задали въпроса: „Могат ли машините да мислят?“ Отговорът му гласял: „Разбира се.“ Когато го помолили да разясни думите си, той казал: „Аз мисля, нали?“ С други думи, за него било очевидно, че машините могат да мислят, защото хората са машини (макар и да са машини, направени от уетуер, а не от софтуер).

Тъй като във филмите виждаме образи на роботи, можем да си помислим, че разработването на сложни роботи с изкуствен интелект предстои да настъпи всеки момент. В действителност положението е много по-различно. Когато виждате робот, който се държи като човек, обикновено става дума за някакъв трик, т.е. за човек в сянка, който говори от името на робота чрез микрофон, подобно на Магьосника от „Магьосникът от Оз“. На практика нашите най-усъвършенствани роботи като роботите скитници на планетата Марс притежават интелекта на насекомо. В прочутата Лаборатория за изкуствен интелект в МТИ експерименталните роботи се сблъскват с трудности при възпроизвеждането на постижения, които са по силите дори на хлебарки, като придвижването в стая, пълна с мебели, откриването на скривалища и разпознаването на опасности. Нито един робот не би

могъл да разбере и най-обикновен детски разказ, който се чете пред него.

Във филма „2001: Космическа одисея“ се допуска неправилно, че през 2001 г. ще разполагаме с ХАЛ — суперробот, който може да пилотира космически кораб до Юпитер, да си бърби с членовете на екипажа, да решава проблеми и да се държи почти като човек.

ПОДХОДЪТ „ОТГОРЕ-НАДОЛУ“

Има поне два значителни проблема, с които учените се сблъскват от десетилетия и които възпрепятстват усилията им да създадат роботи: разпознаването на модели и здравият разум. Роботите могат да виждат много по-добре от нас, но те не разбират това, което виждат. Роботите могат и да чуват много по-добре от нас, но те не разбират това, което чуват.

За да се справят с тези сродни проблеми, изследователите се опитват да използват „подхода отгоре-надолу“ към изкуствения интелект (наричан понякога от „формалистката“ школа GOFAI от англ. *good old-fashioned AI* или „добрия стар AI“). Тяхната цел, грубо казано, била да програмират всички правила на разпознаването на модели и на здравия разум върху едно-единствено седи. Те смятат, че чрез вмъкването на това седи в компютъра машината изведнъж ще осъзнае съществуването си и ще придобие човекоподобен интелект. През 50-те и 60-те години на ХХ в. бил постигнат голям напредък в тази насока, тъй като били създадени роботи, които можели да играят дама и шах, да извършват алгебрични операции, да събират разпилени детски кубчета и т.н. Напредъкът бил толкова впечатляващ, че били направени прогнози след няколко години роботите да надминат по интелигентност хората.

През 1969 г. в Станфордския изследователски институт например роботът SHAKY предизвикал медийна сензация. SHAKY бил малък PDP компютър, който бил поставен на комплект от колела и имал върху себе си камера. Камерата била в състояние да прави оглед на стаята, а компютърът анализирал и идентифицирал предметите в нея и се опитвал да се придвижва около тях. SHAKY бил първият механичен автомат, който можел да се придвижва в „реалния свят“, карайки журналистите да градят хипотези кога роботите ще изпреварят хората.

Но недостатъците на подобни работи скоро станали очевидни. Подходът „отгоре-надолу“ към изкуствения интелект довел до появата на огромни, тромави работи, на които им били необходими часове, за да се придвижат през специална стая, в която имало предмети само с прави линии, т.е. квадрати и триъгълници. Ако поставели в стаята мебели с неправилни форми, роботът бил безсилен да ги разпознае. (По ирония на съдбата една плодова мушица, в чийто мозък има само около 250 000 неврона и която притежава нищожно малко от изчислителната мощност на тези работи, може без усилие да се придвижва в три измерения, извършвайки смайващи лупинги във въздуха, докато тези тромави работи се загубват в две измерения.)

Подходът „отгоре-надолу“ скоро се сблъскал с непробиваема стена. Директорът на Института за киберживот Стив Гранд казва, че подходи като този „са разполагали с петдесет години, за да се докажат и не са доживели изпълнението на обещанието си“.^[3]

През 60-те години на ХХ в. учените не оценявали напълно огромния обем работа, необходима за програмирането на работи, които да изпълняват дори прости задачи, като разпознаването на предмети от рода на ключове, обувки и чаши. Както казва Родни Брукс от МТИ: „Преди четиридесет години Лабораторията за изкуствен интелект към МТИ назначи един студент, който да реши проблема през лятото. Той не постигна успех. И аз не постигнах успех при решаването на същия проблем в моята докторска дисертация от 1981 година.“^[4] На практика изследователите на AI все още не могат да решат този проблем.

Например, когато влизаме в стая, ние веднага разпознаваме пода, столовете, мебелите, масите и т.н. Но когато един робот сканира стая, той не вижда нищо друго, освен огромна сбирка от прави и криви линии, които той преобразува в пиксели. На него му е необходимо огромно количество компютърно време, за да придаде някакъв смисъл на тази бъркотия от линии. На нас ни трябва частица от секундата, за да разпознаем една маса, но един компютър вижда само набор от кръгове, овали, спирали, прави линии, вълнисти линии, ъгли и т.н. След като измине огромно количество компютърно време, един робот може накрая да разпознае предмета като маса. Но ако завъртите изображението, компютърът трябва да започне всичко отначало. С други думи, роботите могат да виждат, и то много по-добре от хората,

но не разбират това, което виждат. След влизането си в стая един робот би видял само бъркотията от линии и извивки, а не столове, маси и лампи.

Нашият мозък разпознава несъзнателно предметите, като извършва трилиони трилиони изчисления, докато влизаме в стаята — дейност, която за щастие не съзнаваме. Причината, поради която не съзнаваме всичко, което върши нашият мозък, е еволюцията. Ако бяхме сами в гората със саблезъб тигър, който ни напада, щяхме да се парализираме, ако съзнавахме всичките изчисления, които щяха да се окажат необходими за разпознаването на опасността и за бягството. В името на оцеляването всичко, което трябва да знаем, е как да бягаме. Когато сме живели в джунглата, просто не ни е било необходимо да съзнаваме цялата входяща и изходяща информация от нашия мозък при разпознаването на земята, небето, дърветата, скалите и т.н.

С други думи, начинът, по който работи мозъкът, може да бъде сравнен с огромен айсберг. Ние забелязваме само върха на айсберга — съзнанието. Но под повърхността, скрит от погледа, се спотайва много по-голям обект — несъзнаваното, което изразходва огромни количества от „изчислителната мощност“ на мозъка, за да разбира прости неща около него, като проумяването на това къде се намирате, с кого разговаряте и какво има около вас. Всичко това се прави автоматично, без нашето разрешение или знание.

Това е причината, поради която роботите не могат да се придвижват из стая, да четат ръкописи, да карат камиони и коли, да събират боклук и т.н. Американските военни са изхарчили стотици милиони долара в опити да разработят механични войници и интелигентни камиони, но не са постигнали успех.

Учените започнаха да осъзнават, че за играта на шах или за умножаването на огромни числа е нужна само една съвсем малка част от човешкия интелект. Когато през 1997 г. компютърът на Ай Би Ем Дийп Блу победи световния шампион по шах Гари Каспаров по време на среща, състояща се от шест партии, това бе победа на грубата компютърна мощ, но този експеримент не ни казва нищо за интелекта или съзнанието, въпреки че играта доведе до бум на заглавията по първите страници на вестниците. Както каза Дъглас Хофщадтер, учен в областта на компютърните науки от университета в Индиана: „Боже мой, мислех си, че шахът изисква мислене. А сега разбирам, че това не

е така. Това не означава, че Каспаров не е дълбок мислител, а само че можете да не вземате под внимание задълбоченото мислене при играта на шах, също така, както можете да летите, без да пляскате с крила.“^[5]

(Разработките в областта на компютрите ще окажат огромно въздействие и върху бъдещето на трудовия пазар. Футуролозите изказват хипотезата, че единствените хора, които ще имат работа след десетилетия, ще бъдат учените в областта на компютърните науки и техниците с големи умения. Но в действителност работници като хората от чистотата, строителните работници, пожарникарите, полицаите и т.н. също ще имат работа в бъдеще, защото това, което вършат, включва модели за разпознаване. Всяко престъпление, парче боклук, инструмент или пожар се различават едно от друго и вследствие на това роботите не могат да се справят в подобна ситуация. По ирония на съдбата работниците с колежанско образование като счетоводителите на ниско равнище, брокерите и касиерите в банки могат да загубят работните си места, защото тяхната работа е полустандартна и включва проследяването на цифри — задача, при изпълнението на която компютрите са превъзходни.)

Освен разпознаването на модели, има и още един проблем. Този проблем при разработването на работи е още по-фундаментален и се състои в това, че им липсва „здрав разум“. Хората знаят например, че:

- Водата е мокра.
- Майките са по-възрастни от дъщерите си.
- Животните не харесват болката.
- Не се връщате след смъртта.
- Струните могат да се дърпат, а не да се удрят.
- Стиковете могат да удрят, но не могат да дърпат.
- Времето не теча назад.

Но няма линия в математическия анализ или в традиционната математика, която може да даде израз на тези истини. Знаем всичко това, защото сме виждали животни, вода и струни и сме проумели истината самостоятелно. Децата се научават на здрав разум, като се потопяват в реалността. Интуитивните закони на биологията и физиката се научават по трудния начин — чрез взаимодействие с реалния свят. Но роботите не са го преживели. Те знаят само онова, което е било програмирано в тях предварително.

(В резултат на това работните места в бъдеще ще включват и тези, които изискват здрав разум, т.е. творчески способности в областта на изкуствата, оригиналност, актьорски талант, чувство за хумор, аналитичност и лидерски умения. Тези качества ни правят уникални като хора и при възпроизвеждането им компютрите се натъкват на затруднения.)

В миналото математиците са се опитвали да качат на компютър ударна програма, която може да събере веднъж завинаги всички закони на здравия разум. Най-амбициозният опит е СУС (статии за енциклопедия), която е продукт на мисълта на Дъглас Ленат — ръководител на „Сайкорп“. Подобно на „Проекта Манхатън“, струващата 2 милиарда долара ударна програма, довела до конструирането на атомната бомба, СУС трябвало да бъде „Проектът Манхатън“ за изкуствения интелект, финалният тласък, който да доведе до създаването на истински изкуствен интелект.

Не е учудващо, че мотото на Ленат е „Интелектът — това са 10 милиона правила“.^[6] (Ленат разполага с непознат досега начин, по който да открива нови закони на здравия разум. Той кара персонала си да изчете на компютъра страниците на скандалните таблоиди и на долнопробните вестници, публикуващи клюки и евтини сензации. След това пита СУС дали може да открие грешки в таблоидите. И действително, ако Ленат постигне успех в това начинание, СУС може наистина да стане по-интелигентен от повечето читатели на таблоиди.)

Една от целите на СУС е да достигне „момента на равенство“, т.е. момента, в който един робот ще бъде в състояние да разбира достатъчно, за да може да възприема самостоятелно нова информация само като четете списанията и книгите, откривани във всяка библиотека. В този момент, подобно на малко птиче, което напуска гнездото, СУС ще бъде в състояние да размаха криле и да излети самостоятелно.

Но откакто фирмата е основана през 1984 г., доверието в нея страда от един общ с AI проблем: правене на прогнози, които водят до появата на заглавия на първа страница, но са нереалистични до налудничавост. Ленат предрича, че след десет години — през 1994 г., СУС ще съдържа между 30 и 50 процента от информацията за „консенсусната реалност“. Днес СУС изобщо не е близо до постигането на тази цел. Както са установили учените от „Сайкорп“, трябва да бъдат програмирани милиони и милиони кодирани линии, за

да се приближи един компютър до здравия разум на четиригодишно дете. Засега последната версия на програмата СУС съдържа само незначителните 47 000 понятия и 306 000 факти. Въпреки редовно публикуваните в пресата оптимистични изявления на „Сайкорп“, един от сътрудниците на Ленат — Р. В. Гъха, който напусна екипа през 1994 г., е цитиран, когато казва: „По общо мнение СУС е провалил се проект... Ние се погубвахме в опитите си да създадем бледа сянка на това, което бе обещано.“^[7]

С други думи, опитите да бъдат програмирани всички закони на здравия разум в един-единствен компютър са довели до това объркано положение само защото има толкова много закони на здравия разум. Хората научават тези закони без усилие, защото ние, колкото и да е досадно, продължаваме да се потопяваме в околната среда през целия си живот, като усвояваме спокойно законите на физиката и биологията, но роботите няма как да го правят.

Основателят на „Майкрософт“ Бил Гейтс признава: „Оказа се много по-трудно, отколкото очаквахме, да дадем възможност на компютрите и роботите да усетят каква е тяхната околна среда и да реагират спокойно и правилно... Например да придобият способности за ориентация спрямо предметите в една стая, за отговор на звуци и за тълкуване на реч, както и за хващане на предмети с различна големина, консистенция и чупливост. Дори толкова просто нещо като посочването на разликата между една отворена врата и прозорец може да бъде дяволски трудно за един робот.“^[8]

Защитниците на подхода „отгоре-надолу“ към изкуствения интелект обаче изтъкват, че напредъкът в тази насока, макар и да е бавен, все пак е налице в лабораториите по света. През последните няколко години например Отбранителната агенция за напреднали изследователски проекти (DARPA), която често финансира технологични проекти, отчитащи сегашното технологично равнище на усложненост, е отпуснала награда от 2 милиона долара за създаването на безмоторно превозно средство, което може да се придвижва самостоятелно по неравен терен в пустинята Мохаве. През 2004 г. нито една кола, която се включи в Голямото предизвикателство на DARPA, не завърши състезанието. На практика най-добре конструираната кола успя да измине 7,4 мили (ок. 13 км), преди да се счупи. Но през 2005 г. безмоторната кола на Станфордския състезателен екип измина

успешно мъчителния преход от 132 мили (около 240 км въпреки че на колата ѝ трябваша седем часа, за да постигне това). Четири други коли също завършиха състезанието. (Някои критици отбелязват, че правилата позволяват на колите да използват GPS навигационни системи по дълъг пустинен път. Фактически колите използват предварително начертана пътна карта и затова така и не им се наложи да се сблъскат със сложни препятствия по пътя. При истинското каране колите трябва да се движат непредсказуемо покрай други коли, пешеходци, строежи, задръствания на трафика и т.н.)

Бил Гейтс изразява предпазлив оптимизъм, когато казва, че машините работи могат да се окажат „следващото голямо нещо“. Той оприличава областта на роботиката днес на областта на персоналните компютри, на която той е помогнал да се развие и напредне преди тридесет години. Подобно на персоналните компютри, и тя ще бъде подготвена за полет. „Никой не може да каже със сигурност кога — или дали — тази индустрия ще достигне критичната маса — пише той, — но ако тя го постигне, това може да промени света.“^[9]

(Щом роботите с човекоподобен интелект станат достъпни в търговско отношение, пред тях ще се разкрие огромен пазар. Въпреки че днес не съществуват истински работи, препрограмираните работи съществуват и са доста разпространени. По оценки на Международната федерация за роботика през 2004 г. е имало 2 милиона от тези персонални работи, а още 7 милиона са инсталирани до 2008 година. Японската работна асоциация предсказва, че до 2025 г. персоналната работна индустрия, която днес е на стойност 5 милиарда долара, ще достигне стойност от 50 милиарда долара годишно.)

ПОДХОДЪТ „ДЪНО-ВРЪХ“

Поради ограниченията на подхода „отгоре-надолу“ към изкуствения интелект отдавна се правят опити за използване на подхода „дъно-връх“, т.е. за имитиране на еволюцията и на начина, по който се учи едно бебе. Насекомите например не се движат, като сканират околната среда и намаляват изображението до трилиони трилиони пиксела, които обработват със суперкомпютри. Вместо това мозъците им са съставени от „неврални мрежи“, обучаващи се машини, които бавно научават как да се движат в един враждебен свят чрез потопяване в него. Учените от МТИ се натъкнали на безброй

трудности при създаването на ходещи роботи чрез подхода „отгоре-надолу“. Но простите инсектоидни механични създания, които се потопяват в околната среда и се учат от грешките си, могат да се лутат успешно по пода на МТИ в продължение на няколко минути.

Директорът на прочутата Лаборатория за изкуствен интелект към МТИ Родни Брукс, който се е прославил със своите огромни, тромави „горе-долу“ вървящи роботи, станал еретик, когато проучил идеята за съвсем малки „инсектоидни“ роботи, които се учат да ходят по старомодния начин, чрез спъване и блъскане в различни неща. Вместо да използва сложни компютърни програми, за да изчислява по математически път точното положение на краката им, докато вървят, неговите инсектоиди координират движенията на краката си на принципа проба-грешка с минимална изчислителна мощност. Днес много от потомците на инсектоидните роботи на Брукс се намират на Марс, където събират данни за NASA, лутайки се из неприветливия марсиански ландшафт със свой собствен разум. Брукс е убеден, че неговите инсектоиди са идеалните кандидати за изследователи на Слънчевата система.

Един от проектите на Брукс е COG — опит за създаването на механичен робот с интелекта на шестмесечно дете. COG изглежда като плетеница от жици, електрически вериги и различни приспособления, като изключим факта, че има глава, очи и ръце. В него не са програмирани никакви закони на интелекта. Вместо това той е проектиран да съсредоточава погледа си върху човека, който го обучава и който се опитва да го научи на прости умения. (Една изследователка, която забременява по време на експериментите, се обзаложи кой ще се учи по-бързо — COG или нейното дете до двегодишна възраст. Детето надмина много COG.)

Въпреки всичките успехи в имитирането на поведението на насекомите, роботите, използващи неврални мрежи, се справят зле, когато програмистите се опитват да възпроизведат в тях поведението на по-висши организми като бозайниците например. Най-усъвършенстваният робот, използващ неврална мрежа, може да върви из стая или да плува във вода, но не може да скача и да ловува като куче в гората, или да притичва из стаята като плъх. Големите неврални мрежи на много роботи могат да се състоят от десетки или може би стотици „неврони“, но човешкият мозък има над 100 милиарда

неврона. *C. elegans*, много прост червей, чиято нервна система е напълно картографирана от биолозите, има само над 300 неврона в своята нервна система, което прави от нея може би една от най-простите, срещани в природата. Но между тези неврони има повече от 7 000 синапса. Колкото и да е прост *C. elegans*, неговата нервна система е толкова сложна, че досега никой не е успял да изгради компютърен модел на мозъка му. (През 1988 г. един компютърен експерт предсказа, че досега трябваше да имаме роботи с около 100 милиона изкуствени неврона. В действителност неврална мрежа със 100 неврона се смята за изключителна.)

Най-голямата ирония се крие във факта, че машините могат без усилие да изпълняват задачи, които хората смятат за „трудни“, като умножаването на големи числа или играта на шах, но се объркват напълно, когато поискате от тях да изпълнят задачи, които са изключително „лесни“ за човешките същества, като ходенето из стая, разпознаването на лица или клюкарстването с приятели. Причината е, че дори най-модернизирани компютри в основата си са просто изчислителни машини. Нашият мозък обаче е проектиран прекрасно от еволюцията да решава земните проблеми, свързани с оцеляването, които изискват цяла сложна архитектура на мисълта като здравия разум и разпознаването на модели. Оцеляването в гората не е зависело от висшата математика или шаха, а от избягването на хищници, откриването на брачни партньори и приспособяването към променящата се околна среда.

Марвин Мински от МТИ, един от първоначалните изобретатели на AI, обобщава проблемите по следния начин: „Историята на AI е много забавна, защото първите истински постижения бяха прекрасни неща като машини, които можеха да привеждат доказателства в областта на логиката или да се справят добре с курса по висша математика. Но след това започнахме да се опитваме да правим машини, които да отговарят на въпроси, свързани с простиците разкази в учебниците за първи клас. Но и до днес няма машина, която да може да прави това.“^[10]

Някои вярват, че накрая ще настъпи синтез между двата подхода, „отгоре-надолу“ и „дъно-връх“, който ще ни даде ключа към изкуствения интелект и човекоподобните роботи. В края на краищата, когато едно дете се учи, макар и първоначално да разчита главно на

подхода „дъно-връх“, като се потопява в околната среда, накрая то получава инструкции от родителите си, от книгите и учителите, и започва да се обучава по подхода „отгоре-надолу“. Щом станем пълнолетни, ние постоянно смесваме тези два подхода. Един готвач например научава какво трябва да прави от рецептата, но също така постоянно опитва ястието, докато то се готви.

Ханс Моравец казва: „Напълно интелигентни машини ще се появят, когато бъде забит златния клин, който да обедини усилията“, което ще стане вероятно в рамките на следващите четиридесет години. [11]

ЕМОЦИОНАЛНИ РОБОТИ?

Постоянно изникваща тема в литературата и изкуството е механичното същество, което копнее да стане човек, да споделя човешките емоции. Недоволно от факта, че е направено от жици и студена стомана, то желае да се смее, да плаче и да изпитва всички емоционални удоволствия като едно човешко същество.

Пинокио например бил кукла, която искала да стане истинско момче. Тенекиеният човек във „Магьосникът от Оз“ искал да има сърце. А Дейта в „Стар Трек“ е робот, който надминава всички хора по сила и интелект, но копнее да стане човек.

Някои дори твърдят, че нашите емоции са най-висшето качество от всичко това, което означава да бъдеш човек. Според тях нито една машина никога няма да бъде в състояние да се изпълни с трепет при ослепителен залез или да се засмее на весела шега. Невъзможно е машините някога да имат емоции, тъй като емоциите представляват връхната точка на човешкото развитие.

Но учените, които работят върху AI и се опитват да категоризират емоциите, рисуват различна картина. За тях емоциите, далеч от това да са същността на човешкия род, в действителност са страничен продукт на еволюцията. По-просто казано, емоциите ни се отразяват добре. Те са ни помогнали да оцелеем в гората и дори днес ни помагат да се справяме с опасностите в живота.

Например „харесването“ на нещо е много важно в еволюционно отношение, защото повечето неща са вредни за нас. От милионите предмети, на които се натъкваме всеки ден, само някои са полезни за нас. Вследствие на това да „харесаш“ нещо означава да правиш

разлика между едно от съвсем малката група неща, които могат да ни помогнат да постигнем успех в борбата срещу милионите неща, които биха ни наранили.

Подобно на това ревността е важна емоция, защото нашият репродуктивен успех е жизненоважен за запазването на нашите гени в следващото поколение. (Всъщност именно по тази причина сексът и любовта са заредени с толкова емоции и чувства.)

Срамът и разкаянието са важни, защото ни помагат да придобием социализиращи умения, необходими за съществуването в общество, чиито членове си сътрудничат взаимно. Ако никога не казваме, че съжаляваме, накрая ще бъдем изгонени от племето, което ще намали шансовете ни да оцелеем и да прехвърлим в следващото поколение нашите гени.

Самотата също е крайно важна емоция. На пръв поглед самотата изглежда ненужна и излишна. В края на краищата ние можем да живеем сами. Но копнежът да бъдеш със себеподобни също е важен за нашето оцеляване, тъй като зависим от ресурсите на племето.

С други думи, когато роботите станат по-усъвършенствани, те също биха могли да бъдат снабдени с емоции. Може би роботите ще бъдат програмирани да имат връзка със своите собственици или надзиратели, която да гарантира, че няма да бъдат изхвърлени на бунището. Притежаването на подобни емоции би улеснило техния прием в обществото, така че да бъдат полезни спътници, а не съперници на своите собственици.

Компютърният експерт Ханс Моравец вярва, че роботите ще бъдат програмирани с емоции като „страха“, за да се защитават. Например, ако батериите на един робот се изтощят, той би проявил тревога или дори паника със сигнали, които могат да бъдат разпознати от хората. Той би отишъл до съседите и би помолил да използва техния контакт с думите: „Моля ви! Моля ви! Имам нужда от това! Толкова е важно и струва евтино! Ще ви възстановим разходите!“^[12]

Емоциите са жизненоважни и при вземането на решения. На хората, които са получили определен вид мозъчно увреждане, им липсва способността да изпитват емоции. Тяхната способност да разсъждават е непокътната, но те не могат да дават израз на никакви чувства. Неврологът доктор Антонио Дамасио от Медицинския колеж

към университета в Айова, който е изследвал хора с такива мозъчни увреждания, стига до заключението, че те „знаят, но не чувстват“.^[13]

Доктор Дамасио открива, че подобни индивиди често се вцепеняват при вземането и на най-маловажните решения. Без да притежават емоции, които да ги ръководят, те обсъждат безкрайно една или друга възможност за избор, което довежда до пагубна нерешителност. Един пациент на доктор Дамасио прекарал половин час в опити да определи датата на следващата им среща.

Учените са убедени, че емоциите се обработват в „лимбичната система“ на мозъка, която е разположена дълбоко в центъра на нашия мозък. Когато хората страдат от загуба на връзка между неокортекса (който управлява рационалното мислене) и лимбичната система, способността им да разсъждават е непокътната, но не притежават емоции, които да ги ръководят при вземането на решения. Понякога имаме „интуитивно чувство“ или „емоционална реакция“, която ускорява вземането на решения. Хората с увреждания, които засягат връзката между рационалната и емоционалната част на мозъка, не притежават тази способност.

Например, когато отиваме на пазар, несъзнателно правим хиляди оценъчни съждения за почти всичко, което виждаме, като: „Това е твърде скъпо, твърде евтино, твърде цветно, напълно излишно или много необходимо.“ За хора с този тип мозъчно увреждане пазаруването може да се превърне в кошмар, защото всичко сякаш има една и съща стойност.

Докато роботите стават по-интелигентни и придобиват способността да правят избор, те биха могли също да бъдат парализирани от нерешителността. (Това напомня притчата за магарето, което седяло между два купа сено и накрая умряло от глад, защото не могло да реши кой от тях да изяде.) За да им се помогне, роботите в бъдеще трябва да бъдат снабдени с емоции, вградени в мозъците им. Коментирайки липсата на емоции у роботите, доктор Розалинд Пикард от Лабораторията „Медия“ към МТИ казва: „Те не могат да преценят кое е най-важното. Това е един от най-големите им недостатъци. Компютрите просто не разбират това.“^[14]

Както пише великият руски романист Фьодор Достоевски: „Ако всичко на Земята беше разумно, нямаше да се случва нищо.“^[15]

С други думи, роботите в бъдеще може би ще се нуждаят от емоции, за да си поставят цели и за да осмислят и структурират своя „живот“, иначе ще се окажат парализирани от перспективата да бъдат изправени пред безкрайно много възможности.

ИМАТ ЛИ ТЕ СЪЗНАНИЕ?

Няма всеобщо съгласие по въпроса дали машините могат да имат съзнание и дори какво означава думата „съзнание“. Никой досега не е предложил подходяща дефиниция на понятието „съзнание“.

Марвин Мински описва съзнанието като „общество на разуми“, т.е. мисловният процес в нашия мозък не е локализиран, а разпръснат, като различни центрове се състезават помежду си по всяко време. В такъв случай съзнанието може да се разглежда като серия от мисли и образи, които се излъчват от тези различни по-малки „разуми“, като всеки от тях се бори и състезава за нашето внимание.

Ако това е вярно, може би „съзнанието“ се надценява, може би има прекалено много научни изследвания, посветени на тема, обгърната от прекалена тайнственост от философите и психолозите. Може би дефинирането на съзнанието не е толкова трудно. Както казва Сидни Бренър от Института „Салк“ в Ла Джола: „През 2020 г. съзнанието ще е изчезнало като научен проблем... Нашите приемници ще бъдат изумени от количеството научни безсмислици, които се обсъждат днес — и то, ако имат търпението да се заровят в електронните архиви на старите списания.“^[16]

Изследването на AI страда от „завистта на физиците“, според Марвин Мински. Във физиката откриването на Светия граал е равнозначно на откриването на просто уравнение, което ще обедини физическите сили във Вселената в една-единствена теория, създавайки „теория на всичко“. Изследователите на AI, които били повлияни изключително много от тази идея, се опитват да открият една-единствена парадигма, която да обясни съзнанието. Но подобна проста парадигма може да не съществува.

(Тези, които се числят към „конструктивистката“ школа като мен, вярват, че вместо да се обсъжда безкрайно дали могат да бъдат създадени мислещи машини или не, човек просто трябва да се опита да конструира такава. Що се отнася до съзнанието, то вероятно има континуум от съзнания, като се започне от един скромен термостат,

който отчита температурата в стая, и се стигне до самоосъзнаващите се организми, които сме ние днес. Животните могат да имат съзнание, но те не притежават равнището на съзнание на едно човешко същество. Затова човек трябва да се опита да категоризира различните типове и равнища на съзнанието, вместо да обсъжда философски въпроси за ролята на съзнанието. Може би роботите в крайна сметка ще придобият „силициево съзнание“. Всъщност един ден роботите могат да включат в себе си архитектура за мислене и за обработване на информация, различна от нашата. В бъдеще усъвършенстваните работи може би ще замъглят разликата между синтаксиса и семантиката, така че техните отговори няма да се различават от отговорите на един човек. Ако е така, въпросът дали те наистина „разбират“ въпроса, ще стане неуместен до голяма степен. Робот, който владее съвършено синтаксиса за всички практически цели, разбира това, което се казва. С други думи, съвършеното познаване на синтаксиса *се равнява* на разбиране.)

МОГАТ ЛИ РОБОТИТЕ ДА БЪДАТ ОПАСНИ?

Заради закона на Мур, според който компютърната мощност се удвоява на всеки осемнадесет месеца, можем да си представим, че в рамките на няколко десетилетия ще бъдат създадени работи, които ще притежават интелекта, да речем, на куче или котка. Но през 2020 г. законът на Мур може да загуби валидността си и епохата на силиция да приключи. През последните петдесет години или горе-долу такъв период смайващото нарастване на компютърната мощност се е захранвало от способността за създаване на съвсем малки силициеви транзистори, десетки милиони от които лесно могат да се поберат върху нокътя на пръста ви. За гравирането на микроскопичните транзистори върху пластини, направени от силиций, се използват ултравиолетови лъчи. Но този процес не може да продължава вечно. Накрая тези транзистори ще станат толкова малки, че ще достигнат големината на молекула и процесът ще се прекрати. Силиконовата долина ще се превърне в нещо ненужно и отживяло след 2020 г., когато епохата на силиция накрая приключи.

Чипът *Pentium* във вашия лаптоп има слой с диаметър от около двадесет атома. През 2020 г. този чип би могъл да се състои от слой с диаметър само от пет атома. В този момент започва да действа

принципът на неопределеността на Хайзенберг и вие вече не знаете къде се намира електронът. В такъв случай електричеството ще изтече от чипа и компютърът ще направи късо съединение. В този момент компютърната революция и законът на Мур ще се споминат заради законите на квантовата революция. (Някои хора твърдят, че дигиталната ера е „победа на битовите над атомите“. Но накрая, когато достигнем ограничението на закона на Мур, атомите ще си отмъстят.)

Днес физиците работят върху постсилициевата технология, която ще доминира в компютърния свят след 2020 г., но досега са постигнали противоречиви резултати. Както видяхме, проучени са най-различни технологии, които могат евентуално да заменят силициевата технология, като в това число влизат квантовите компютри, ДНК компютрите, оптичните компютри, атомните компютри и т.н. Но всяка от тях се изправя пред огромни препятствия, преди да се наметне с мантията на силициевите чипове. Манипулирането на отделните атоми и молекули е технология, която все още е в пелени, затова изработването на милиарди транзистори, които имат размера на атоми, е отвъд нашите възможности.

Но допуснете за миг, че физиците са в състояние да запълнят празнината между силициевите чипове и, да речем, квантовите компютри. И допуснете, че някаква форма на закона на Мур продължава да действа в постсилициевата ера. В такъв случай изкуственият интелект може да се превърне в реална възможност. В този момент роботите биха могли да овладеят човешката логика и емоции и да издържат по всяко време теста на Тюринг. Стивън Спилбърг е изследвал този въпрос в своя филм „Изкуствен интелект“ (AI), за първото момче-робот, което може да проявява емоции и вследствие на това е подходящо за приемане в човешко семейство.

Това повдига въпроса могат ли да бъдат опасни такива работи. Отговорът вероятно е да. Те биха могли да станат опасни, щом притежават интелекта на маймуна, която се самоосъзнава и може да прави собствени планове за разпределение на времето си. Може би ще бъдат необходими десетилетия за достигането на този момент, затова учените ще разполагат с много време, за да наблюдават роботите, преди те да се превърнат в заплаха. Например в техните процесори би могло да се постави специален чип, който да им пречи да буйстват.

Или пък да имат механизъм за самоунищожаване или дезактивиране, който да ги изключва в критична ситуация.

Артър Ч. Кларк е писал: „Възможно е да станем домашни любимци на компютрите, като водим съществуването на разглезени същества като галените кученца например, но се надявам, че винаги ще запазим способността да извадим щепсела, ако усетим, че става нещо подобно.“^[17]

По-непосредствена заплаха е зависимостта на инфраструктурата от компютрите. Водната и електрическата мрежа, да не говорим за транспортната и комуникационната мрежа, ще се компютризират все по-усилено в бъдеще. Градовете са станали толкова сложни, че само сложни и заплетени компютърни мрежи могат да регулират и контролират огромната инфраструктура. В бъдеще ще е все по-важно да се добавя изкуствен интелект към тази компютърна мрежа. Един провал или повреда във всепроникващата компютърна инфраструктура може да парализира даден град, страна или дори цивилизация.

Дали компютрите накрая ще ни надминат по интелигентност? Ами сигурно, защото в законите на физиката няма нищо, което да пречи на това. Ако роботите са неврални мрежи, способни да се учат, и те се развият до момента, в който ще могат да се учат по-бързо и по-ефективно от нас, то тогава е логично в крайна сметка да ни надминат по разсъдъчна способност. Моравец казва: „(Постбиологичният свят) е свят, в който човешкият род ще бъде унищожен напълно от прилива на културалната промяна — свят, узурпиран от нашето собствено изкуствено потомство... Когато това се случи, нашето ДНК ще се окаже без работа, тъй като ще е загубило еволюционното състезание в един нов вид надпревара.“^[18]

Някои изобретатели, като Рей Кърцуайл, дори са предричали, че това време ще настъпи скоро, като това събитие ще протече още в рамките на следващите няколко десетилетия. Може би в момента създаваме нашите еволюционни приемници. Някои учени в областта на компютърните науки си представят момента, наричан „сингулярност“, когато роботите ще бъдат в състояние да обработват информацията експоненциално бързо, създавайки по време на този процес нови работи. Така тяхната колективна способност да поглъщат информация ще нарасне почти безгранично.

Затога в дългосрочен план някои са се изказвали в защита по-скоро на сливането на въглеродната и силициевата технология, отколкото просто да чакаме да изчезнем.^[19] Ние, хората, сме основани предимно на въглерода, а роботите са основани на силиция (поне за момента). Може би решението е да се слеем с нашите творения. (Ако някога се срещнем с извънземни, не трябва да се изненадваме, ако открием, че те са частично органични и частично механични същества, за да издържат трудностите при пътуването в Космоса и за да доминират във враждебна среда.)

В далечното бъдеще роботи или човекоподобни киборги могат дори да ни дадат дара на безсмъртието.^[20] Марвин Мински добавя: „Ами ако слънцето угасне или ние унищожим планетата? Защо да не изобретим по-добри физици, инженери или математици? Може да ни се наложи да бъдем архитектите на нашето собствено бъдеще. Ако не го направим, културата ни може да изчезне.“

Моравец си представя време в далечното бъдеще, когато нашата неврална архитектура ще бъде прехвърлена, неврон по неврон, директно в една машина, което в известен смисъл ще ни дари безсмъртие. Това е налудничава мисъл, но не е отвъд царството на възможностите. Така че според някои учени, които си представят далечното бъдеще, безсмъртието (във формата на ДНК усилен или силициев тел) може да бъде окончателното бъдеще на човечеството.

Идеята за създаване на мислещи машини, които са поне толкова умни, колкото животните, и може би толкова умни или по-умни от нас, може да се превърне в реалност, ако успеем да преодолеем излизането от сила на закона на Мур и проблема със здравия разум, което може би ще стане в края на този век. Въпреки че фундаменталните закони на AI са в процес на откриване, напредъкът в тази област протича изключително бързо и обещаващо. Като се има предвид това, бих класифицирал роботите и другите мислещи машини като спадащи към Клас I на невъзможните неща.

[1] Професор Пенроуз твърди, че мозъкът трябва да притежава квантови ефекти, които правят възможна човешката мисъл. Повечето компютърни специалисти биха казали, че всеки неврон в мозъка може да бъде дублиран чрез сложна серия от транзистори. Вследствие на това мозъкът ще бъде сведен до устройство от класически тип.

Мозъкът е усложнен във висша степен, но по същество представлява куп от неврони, чието поведение може да бъде дублирано чрез транзистори. Той твърди, че в една клетка има структури, наречени микротубули, които проявяват квантово поведение, затова мозъкът никога не може да бъде сведен до прост набор от електронни компоненти. ↑

[2] Kaku. *Visions*, с. 95. ↑

[3] Cavelos, с. 90. ↑

[4] Brooks, Rodney. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 60. ↑

[5] Kaku. *Visions*, с. 61. ↑

[6] Kaku. *Visions*, с. 65. ↑

[7] Gates, Bill. *Skeptic Magazine*, vol. 12, no. 12, 2006, с. 35. ↑

[8] Gates, Bill. *Scientific American*, January 2007, с. 63. ↑

[9] *Scientific American*, January 2007, с. 58. ↑

[10] Kruglinski, Susan. „The Top 100 Science Stories of 2006“, *Discover Magazine*, с. 16. ↑

[11] Kaku. *Visions*, с. 76. ↑

[12] Kaku. *Visions*, с. 92. ↑

[13] Cavelos, с. 98. ↑

[14] Cavelos, с. 101. ↑

[15] Barrow. *Theories of Everything*, с. 149. ↑

[16] Brenner, Sydney. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 35. ↑

[17] Kaku. *Visions*, с. 135. ↑

[18] Kaku. *Visions*, с. 188. ↑

[19] Затова нашите механични творения в крайна сметка могат да се окажат ключът към дългосрочното ни оцеляване. Както казва Марвин Мински: „Ние, хората, не сме краят на еволюцията, затова ако можем да направим машина, която е толкова интелигентна, колкото е дадена личност, вероятно ще можем и да направим такава, която да е много по-умна. Няма смисъл да правим просто друга личност. Вие искате да направите машина, която може да прави неща, които ние не можем.“ Kruglinski. „The 100 Top Science Stories of 2006“, с. 18. ↑

[20] Безсмъртието, разбира се, е нещо, което хората са желали, откакто са станали разумни същества, сами в животинското царство, и са започнали да размишляват върху своята тленност. Коментирайки

безсмъртието, Уди Алън казва: „Не искам да постигна безсмъртие чрез моята работа. Искам да го постигна, като не умра. Не искам да продължавам да живея в сърцата на моите съотечественици. Бих предпочел да живея в моя апартамент.“ По-специално Моравец вярва, че в далечното бъдеще ние ще се слеем с нашите творения, за да създадем по-висш порядък интелект. Това ще изисква дублирането на стоте милиарда неврони, които се намират в нашия мозък, като всеки от тях на свой ред е свързан може би с няколко хиляди други неврона. Докато лежим върху масата в операционната зала, до нас лежи робот с формата на пашкул. Хирургическата операция се извършва така, че докато махаме един-единствен неврон, в робота с форма на пашкул бива създаден дублиращ силициев неврон. С течение на времето всеки единичен неврон в нашето тяло бива заменен от силициев неврон в робота, така че ние се намираме в съзнание по време на операцията. Накрая целият ни мозък бива прехвърлен за постоянно в робота, докато ние сме присъствали на цялото събитие. Един ден умираме в нашето немощно, разлагащо се тяло. На следващия ден се озоваваме в безсмъртни тела, които притежават същите спомени и личност, без да губят съзнание. ↑

8. ИЗВЪНЗЕМНИ И НЛО

Или сме сами във Вселената, или не. И двете мисли са плашещи.

Артър Ч. Кларк

Огромен космически кораб, който заема пространство от няколко мили, надвисва над Лос Анджелис, изпълвайки цялото небе и затъмнявайки застрашително града. По целия свят летящи крепости с формата на летящи чинии се позиционират над големите градове в света. Стотици ликуващи зрители, които желаят да приветстват съществата от друга планета в Ел Ей, се събират на върха на един небостъргач, за да протегнат ръце към своите небесни гости.

След като дни наред кръжи безшумно над Ел Ей, вътрешността на космическия кораб се отваря бавно. От нея изскача обгаряща струя от експлозия на лазерна светлина, която изпепелява небостъргача, отприщвайки приливна вълна на разрушение, която преминава през целия град, превръщайки го в куп обгорени отломки за няколко секунди.

Във филма „Денят на независимостта“ извънземните въплъщават нашите най-дълбоки страхове. Във филма „Е.Т. — Извънземното.“ ние проектираме върху извънземните нашите мечти и фантазии. През цялата човешка история хората са били омагьосвани от мисълта за извънземни създания, които обитават други светове. Още през 1611 г. в своя трактат *Somnium* („Сън“) астрономът Йоханес Кеплер, като използва най-задълбочените научни познания по онова време, си представя и описва едно пътуване до Луната, по време на което човек би могъл да се натъкне на странни извънземни същества, растения и животни. Но науката и религията често влизат в сблъсък по темата за живота в Космоса, което понякога е довеждало до трагични резултати.

Няколко години преди това, през 1600 г., бившият доминикански монах и философ Джордано Бруно е бил изгорен жив в Рим. За да го унижи, Църквата го провесила с главата надолу и го съблякла гол,

преди накрая да го изгори на кладата. Какво прави учението на Бруно толкова опасно? Той бил задал простия въпрос има ли живот в открития космос. Подобно на Коперник, той вярвал, че Земята се върти около Слънцето, но за разлика от Коперник бил убеден, че има безброй създания като нас, които живеят в открития космос. (Вместо да приеме благосклонно възможността да има милиарди светци, папи, църкви и исусхристосовци в открития космос, за Църквата било по-удобно просто да го изгори.)

В продължение на четиристотин години споменът за Джордано Бруно е преследвал историците на науката. Но днес той се радва на откъсването си на всеки няколко седмици. Около два пъти месечно астрономите откриват нова извънслънчева планета, която се върти в орбита около някаква звезда в Космоса. Днес е подкрепено с факти съществуването на повече от 250 планети, които се движат в орбита около други звезди в Космоса. Предсказанието на Джордано Бруно, че съществуват извънслънчеви планети, бе стократно потвърдено. Но все още остава неразрешен един въпрос. Въпреки че Галактиката Млечен път гъмжи от извънслънчеви планети, колко от тях могат да поддържат съществуването на живот? И ако наистина в Космоса има форми на разумен живот, то какво може да каже науката за това?

Хипотетичните срещи с извънземни, разбира се, са запленивали обществото и са изпълвали с трепет читателите и любителите на филми поколения наред. Най-прочутият инцидент става на 30 октомври 1938 г., когато Орсън Уелс решил да изиграе на американската публика номер, достоен за Хелюин. Той взел основния сюжет от „Войната на световите“ на Х. Дж. Уелс и направил серия от кратки новинарски съобщения по националното радио Си Би Ес, прекъсвайки танцовата музика, за да пресъздаде в ефира, час по час, нашествието на марсианци на Земята и настъпващото вследствие на това рухване на цивилизацията. Милиони американци били обзети от паника при „вестите“, че машини от Марс са кацнали в Гроувърс Мил, Ню Джърси, и са пуснали лъча на смъртта, за да унищожат цели градове и да завладеят света. (По-късно вестниците отбелязват, че хората напуснали спонтанно дадени места, за да избягат от района, като свидетели твърдели, че усещат миризмата на отровния газ и виждат проблясвания на светлина в далечината.)

Интересът към Марс достига връхната си точка през 50-те години на ХХ в., когато астрономите забелязват странно образувание върху повърхността на планетата, което приличало на гигантско „М“ и имало диаметър стотици мили. Коментаторите отбелязали, че може би това „М“ означава Марс и че марсианците обявяват миролюбиво присъствието си на земните жители. (Други отбелязали мрачно, че образуванието „М“ в действителност има формата на „W“, а „W“ означава „war“ — „война“. С други думи, марсианците в действителност обявявали война на Земята!). В крайна сметка паниката утихнала, когато това загадъчно „М“ изчезнало така внезапно, както се било появило. По всяка вероятност появата на образуванието е била предизвикана от прашна буря, която покрила цялата планета, с изключение на върховете на няколко големи вулкана. Върховете на тези вулкани били така разположени, че наподобявали формата на буквата „М“ или буквата „W“.

НАУЧНОТО ТЪРСЕНЕ НА ДРУГИ ФОРМИ НА ЖИВОТ

Сериозните учени, които проучват възможността за съществуване на извънземен живот, твърдят, че е невъзможно да се каже нещо определено за формите на подобен живот, ако изобщо приемем, че той съществува. Независимо от това можем да изкажем няколко твърдения от общ характер за естеството на извънземния живот въз основа на това, което знаем от физиката, химията и биологията.

Първо, учените вярват, че течната вода ще се окаже ключовият фактор за създаването на живот във вселената. „Следвай водата“ е мантрата, рецитирана от астрономите, докато търсят доказателства за съществуване на живот в Космоса. За разлика от другите течности водата е „универсален разтворител“, който може да разтваря поразително количество най-различни вещества. Тя е идеалната смесителна среда за създаването на сложни молекули. Водата е и проста молекула, която се среща навсякъде в природата, докато другите разтворители са много редки.

Второ, знаем, че въглеродът е вероятен компонент при създаването на живот, защото има четири връзки и вследствие на това притежава способността да се свързва с четири други атома и да създава молекули с невероятна сложност. И по-специално, лесно е да

се образуват дълги въглеродни вериги, които стават основата на въглеводородите и на органичната химия. Другите елементи с четири връзки не притежават толкова богата на възможности реактивност.

Най-ярката илюстрация на значението на въглерода е прочутият експеримент, извършен от Стенли Милър и Харолд Юри през 1955 г., който показва, че спонтанното образуване на живот може да се окаже естествен вторичен продукт от въглеродните съединения. Те взели разтвор от амоняк, метан и други токсични вещества, за които смятали, че са се срещали в ранната история на Земята, поставили го в колба, изложили го на въздействието на слаб електрически ток и след това просто зачакали. В рамките на една седмица те наблюдавали спонтанното образуване на аминокиселини в колбата. Електрическият ток бил достатъчен за разкъсването на въглеродните връзки в амоняка и метана и след това за пренареждането на атомите в аминокиселини — предшествениците на протеините. В известен смисъл животът може да се образува спонтанно. От този момент нататък аминокиселини са били откривани във вътрешността на метеорити, а също и в газови облаци дълбоко в Космоса.

Трето, фундаменталната основа на живота е саморепликиращата се молекула, наречена ДНК. В химията саморепликиращите се молекули се срещат изключително рядко. Били са необходими стотици милиони години за образуването на първата ДНК молекула на Земята, което е станало вероятно дълбоко в океаните. Както може да се предполага, ако човек би могъл да провежда експеримента на Милър-Юри в продължение на един милион години в океаните, биха се образували спонтанно молекули, подобни на ДНК. Едно вероятно място, където може да се е появила първата ДНК молекула на Земята в ранен етап от земната история е мястото, близо до отворите на вулканите на океанското дъно, тъй като активността там би довела до подходящ приток от енергия за ранната ДНК молекула и за клетките, преди появата на фотосинтезата и растенията. Не е известно дали други молекули, основани на въглерод, освен ДНК, могат също да се саморепликират, но има вероятност и други саморепликиращи се молекули във Вселената да приличат в известно отношение на ДНК.

Така че животът се нуждае от течна вода, въглеводородни съединения и някаква форма на саморепликираща се молекула като ДНК. Въз основа на тези широки критерии човек може да направи

грубо изчисление на честотата на разпространение на интелигентните форми на живот във Вселената. През 1961 г. астрономът от университета „Корнел“ Франк Дрейк бил един от първите, които направили подобно грубо изчисление. Ако започнете изчислението със 100 милиарда звезди в Галактиката Млечен път, можете да пресметнете каква част от тях притежават звезди като нашето слънце. След това можете да изчислите каква част от тях притежават слънчеви системи, които се въртят около тях.

Нещо по-специфично — уравнението на Дрейк изчислява броя на цивилизациите в Галактиката, като умножава няколко числа, сред които са:

- Скоростта, с която звездите се образуват в Галактиката.
- Частта от тези звезди, които имат планети.
- Броят на планетите при всяка звезда, на които има условия за живот.
- Частта от планетите, на които действително се развива живот.
- Частта от планетите, на които се развиват интелигентни форми на живот.
- Частта от цивилизациите, които желаят да общуват с други и са в състояние да постигнат това.
- Очакваната жизнена продължителност на една цивилизация.

Като прави разумна преценка и умножи тези последователни възможности, човек осъзнава, че може да има между 100 и 10 000 планети само в Галактиката Млечен път, които са в състояние да дадат подслон на интелигентни форми на живот. Ако тези интелигентни форми на живот са разпръснати на еднакви разстояния из Галактиката Млечен път, трябва да очакваме откриването на подобна планета на разстояние само от няколкостотин светлинни години от Земята. През 1974 г. Карл Сейгън пресметна, че може би има цял милион такива цивилизации само в рамките на нашата галактика Млечен път.

Тази теоретична разработка е допълнително основание за тези, които търсят доказателство за съществуването на извънземни цивилизации. Като се има предвид благоприятната оценка на планетите, които са в състояние да дадат подслон на интелигентни форми на живот, учените са започнали сериозно да търсят радиосигнали, които подобни планети биха излъчвали. Предполага се, че те до голяма степен ще приличат на телевизионните и

радиосигналите, които нашата планета излъчва през последните петдесет години.

ПРОСЛУШВАНЕ ЗА ОТКРИВАНЕ НА ИЗВЪНЗЕМНИ

Проектът „Търсене на извънземен интелект“ (SETI) води началото си от оказала силно влияние статия, публикувана през 1959 г. от физиците Джузепе Кокони и Филип Морисън, които изказали предположението, че прослушването на микровълновото излъчване на честота между 1 и 10 гигагерца ще се окаже най-подходящият начин за прослушването на извънземни комуникации. (Под 1 гигагерц сигналите се размиват от радиацията, излъчвана от бързо движещите се електрони, а над 10 гигагерца шумът от кислородните и водните молекули в нашата атмосфера се интерферира с всички сигнали.) Те избрали 1,420 гигагерца като най-обещаващата честота, на която да се прослушват сигнали от открития космос, тъй като това е емисионната честота на обикновения водороден газ — най-често срещаният елемент във Вселената. (Честотите около този обхват са наречени „езерцето“, като се има предвид тяхното удобство за извънземна комуникация.)

Търсенето на доказателство за съществуването на сигнали от интелигентни форми на живот в близост до езерцето обаче се оказва разочаровашо. През 1960 г. Франк Дрейк иницирал Проекта „Озма“ (наречен така по името на Кралицата на Оз) за търсене на сигнали с използването на 25-метровия радиотелескоп в Грийн Банк, Западна Вирджиния. Така и не били открити сигнали нито по Проекта „Озма“, нито по други проекти, когато с известни прекъсвания се опитвали да сканират нощното небе години наред.

През 1971 г. NASA направи амбициозното предложение да финансира изследване на SETI. Проектът „Циклоп“ включва хиляда и петстотин телескопа на стойност 10 милиарда долара. Не е учудващо, че и това изследване не стигна доникъде. Финансирано бе и едно много по-скромно предложение — изпращането на внимателно кодирано съобщение до формите на извънземен живот в Космоса. През 1974 г. кодирано послание от 1679 бита бе излъчено посредством гигантския радиотелескоп Аресибо в Пуерто Рико към Кълбовидния куп М13, който се намира на разстояние от около 25 000 светлинни години. В това кратко послание учените включват 23x73-измерен

мрежови модел, в който е отбелязано местоположението на нашата Слънчева система и който съдържа илюстрация на човешки същества и някои химични формули. (Заради големите разстояния, за които става дума в случая, най-ранната дата за получаване на отговор от открития космос ще настъпи след 52,174 години.)

Конгресът не бил впечатлен от важността на тези проекти дори след като през 1977 г. бе получен загадъчен радиосигнал, наречен сигнала „Уау“. Той се състои от поредица от букви и числа, които изглеждат произволни и сякаш сигнализират за съществуването на интелигентна форма на живот. (Някои, които обаче са видели сигнала „Уау“, не са убедени в това.)

През 1995 г., обезсърчени от липсата на финансиране от федералното правителство, астрономите се обърнаха за помощ към частни източници за основаването на проектирания с идеална цел Институт SETI в Маунтин Вю, Калифорния, за да централизират изследването и да инициират Проекта „Феникс“, които са посветени на проучването на хиляда разположени наблизко слънцеподобни звезди в обхвата между 1 200 и 3 000 мегахерца. Доктор Джил Тартър (моделът на учения, изигран от Джоди Фостър във филма „Контакт“) бе избрана за директор. (Оборудването, използвано по проекта, е толкова чувствително, че може да засича емисии от летищна радарна система, разположена на разстояние 200 светлинни години.)

От 1995 г. Институтът SETI е сканирал повече от хиляда звезди, като това струва по 5 милиона долара годишно. Засега не са постигнати конкретни резултати. Независимо от това Сет Шостак, старши астроном в SETI, смята, че състоящата се от 350 антени Телескопна редица „Алън“, която се изгражда в момента и се намира на 250 мили (около 450 км) североизточно от Сан Франциско, ще се натъкне на сигнал до 2025 година.^[1]

По-оригинален подход предлага проектът SETI@home, инициран от астрономи от Калифорнийския университет в Бъркли през 1999 година. На тях им хрумнала идеята да използват милионите притежатели на персонални компютри, чиито компютри бездействат през повечето време. Участниците даунлоудват софтуерен пакет, който ще спомогне за декодирането на някои от радиосигналите, получени от радиотелескоп, докато е активиран скрийнсървърът им. За потребителя на персоналния компютър няма неудобства. Досега в проекта са се

записали да участват 5 милиона потребители в повече от двеста страни, изразходващи електричество за повече от 1 милиард долара, като това няма да им струва почти нищо. Това е най-амбициозният колективен компютърен проект, предприеман някога в историята. Той може да послужи като модел за други проекти, които се нуждаят от огромни компютърни ресурси за извършване на изчисленията. Досега SETI@home не е открил нито един сигнал от интелигентен източник.

След десетилетия усилен труд очевиден липса на какъвто и да е напредък в областта на изследването SETI принуждава неговите защитници да си зададат трудни въпроси. Един очевиден недостатък би могла да бъде изключителната употреба на радиосигнали в определени честотни ленти. Някои изказват предположението, че формите на извънземен живот биха могли да използват лазерни сигнали вместо радиосигнали. Лазерите имат няколко предимства пред радиосигналите, защото късата вълнова дължина на лазера позволява пакетизирането на повече сигнали в една вълна, отколкото с радиосигнал. Но тъй като лазерната светлина е насочена в определена посока и съдържа само една честота, е изключително трудно тя да бъде настроена прецизно на правилната честота.

Друг очевиден недостатък би могло да бъде уповаването на изследователите от SETI на определени радиочестотни ленти. Ако съществуват форми на извънземен живот, те могат да използват компресионни технологии или да разпръскват послания чрез по-малки пакети — стратегии, които се използват в модерния интернет. Прослушвайки ефира в търсенето на компресирани послания, които са били разпръснати на много честоти, бихме могли да чуем само неясен шум.

Но като се вземат предвид всички страшни проблеми, пред които е изправено SETI, е разумно да приемем, че по някое време през този век засечем някакъв сигнал от извънземна цивилизация, ако допуснем, че такива цивилизации съществуват. И ако това се случи, ще бъде изключително важно събитие в историята на човешкия род.

КЪДЕ СЕ НАМИРАТ ТЕ?

Обстоятелството, че проектът SETI досега не е открил и следа от сигнали от интелигентни форми на живот във Вселената, е принудило учените да проучат хладнокръвно и старателно допусканията, стоящи

зад уравненията на Франк Дрейк за интелигентни форми на живот на други планети. Наскоро направените астрономически открития ни накараха да повярваме, че възможността да открием интелигентни форми на живот се различава много от първоначално изчислената от Дрейк през 60-те години на ХХ век. Възможността във Вселената да съществуват интелигентни форми на живот е и по-голяма, и по-малка, отколкото се е смятало първоначално.

Първо, нови открития ни карат да вярваме, че животът може да процъфтява по начини, които не са предвидени от уравненията на Дрейк. Преди учените смятаха, че водата може да съществува само в „зоната Голдилокс“, която е разположена около Слънцето. (Разстоянието от Земята до Слънцето е „точно толкова, каквото трябва да бъде“. Не много близо до Слънцето, защото океаните ще кипнат, и не много далеч, защото ще замръзнат, а „точно толкова, колкото е необходимо“, за да стане възможен животът.)

Затова е равносилно на шок, когато астрономите откриха доказателство, че течна вода може да съществува под ледената покривка на Европа — една замръзнала луна на Юпитер. Европа е разположена доста извън зоната Голдилокс, затова изглежда, че тя не отговаря на условията на уравнението на Дрейк. Но приливните сили биха могли да се окажат достатъчни за разтопяването на ледената покривка на Европа и за създаването на постоянен течен океан. Тъй като Европа се върти около Юпитер, огромното гравитационно поле на планетата свива луната като гумена топка, предизвиквайки триене дълбоко вътре в ядрото ѝ, което на свой ред би могло да накара ледената покривка да се разтопи. Тъй като само в нашата Слънчева система има повече от сто луни, това означава, че би могло да има изобилие от животоподдържащи луни извън зоната Голдилокс. (А 250-те или горе-долу толкова гигантски извънслънчеви планети, които бяха открити досега в Космоса, биха могли също да притежават замръзнали луни, които да поддържат някакви форми на живот.)

Нещо повече, учените смятат, че Вселената може да е изпъстрена с блуждаещи планети, които вече не обикалят около някоя звезда. Заради приливните сили всяка луна, която се движи в орбита около блуждаеща планета, би могла да има течни океани под ледената си покривка и вследствие на това на нея да има живот, но би било

невъзможно да забележим такива луни с нашите инструменти, които зависят от откриването на светлина от звездата майка.

Като се има предвид, че броят на луните вероятно превишава числото на планетите в една слънчева система и че има милиони блуждаещи планети в Галактиката, броят на астрономическите тела с форми на живот във Вселената е много по-голям, отколкото се е смятало преди.

От друга страна, астрономите са стигнали по най-различни причини до заключението, че възможностите да има живот на планети в рамките на зоната Голдилокс са много по-малки, отколкото е пресметнал първоначално Дрейк.

Първо, компютърните програми показват, че е необходимо присъствието на планета с големината на Юпитер в една слънчева система за изхвърляне на кометите и метеорите в Космоса, като по този начин слънчевата система постоянно се прочиства и животът става възможен. Ако Юпитер не присъстваше в Слънчевата система, Земята щеше да бъде обстрелвана с метеори и комети, което щеше да направи живота невъзможен. Доктор Джордж Уедърил, астроном в Института „Карнеги“ във Вашингтон, окръг Колумбия, смята, че ако в Слънчевата система ги нямаше Юпитер или Сатурн, Земята щеше да претърпи хиляда пъти повече сблъсъци с астероиди, което е огромна заплаха за живота (подобна на сблъсъка, който е унищожил динозаврите преди 65 милиона години), която щеше да се реализира на всеки десет хиляди години. „Трудно е да си представим как животът би могъл да оцелее при тази изключително яростна атака“, казва той.^[2]

Второ, нашата планета е ощастлива с голяма луна, която подпомага стабилизирането на въртенето на Земята. Удължавайки действието на Нютоновите закони на гравитацията в продължение на милиони години, учените доказват, че без голяма луна земната ос щеше да стане нестабилна и Земята можеше да се прекатури, което щеше да направи невъзможен живота. По изчисления на френския астроном доктор Жак Ласкер, ако не беше Луната, земната ос щеше да се люлее в обхвата между 0 и 54 градуса, което ще доведе до настъпване на екстремални климатични условия, несъвместими с живота.^[3] Така че присъствието на голяма луна също трябва да бъде включено в условията, използвани за създаване на уравненията на Дрейк. (Обстоятелството, че Марс има две съвсем малки луни, които

са прекалено малки, за да стабилизират неговото въртене, означава, че планетата вероятно се е прекатурила в далечното минало и може да го стори пак в бъдеще.)

Трето, според наскоро получени геоложки данни много пъти в миналото животът на Земята е бил почти напълно унищожаван. Преди около 2 милиарда години Земята вероятно е била покрита напълно от лед. Това била „Земята снежна топка“, която едва ли е можела да поддържа живот. В други времена вулканични изригвания и сблъсквания с метеори са били на една крачка от унищожаването на всички живи организми на Земята. Така че създаването и еволюцията на живота са нещо по-крехко, отколкото сме смятали първоначално.

Четвърто, интелигентните форми на живот са били почти напълно унищожавани в миналото. Преди около сто хиляди години вероятно броят на хората е варирал само между няколкостотин и няколко хиляди, както можем да установим въз основа на последните ДНК доказателства. За разлика от повечето животни в рамките на даден вид, които нямат големи генетични разлики, хората са почти еднакви в генетично отношение. В сравнение с животинското царство ние сме едва ли не клонинги едни на други. Това явление може да се обясни само ако в нашата история е имало „критични ситуации“, в които повечето представители на човешкия род са били почти напълно унищожени. Например едно голямо вулканично изригване е станало причина климатът изведнъж да стане студен, което едва не е довело до гибелта на цялото човечество.

Има и други случайни фактори, които са били необходими за разпространението на живота на Земята, като в това число влизат:

— *Силното магнитно поле.* То е необходимо за отклоняването на космическите лъчи и излъчвания, които биха могли да унищожат живота на Земята.

— *Умерената скорост на планетарно въртене.* Ако Земята се въртеше прекалено бавно, страната, обърната към Слънцето, щеше да бъде неприятно гореща, а другата страна — смразяващо студена за дълги периоди от време. Ако пък Земята се въртеше прекалено бързо, щеше да има изключително неблагоприятни климатични условия като чудовищни ветрове и бури.

— *Местоположението, което е на правилното разстояние от центъра на Галактиката.* Ако Земята се намирал прекалено близо

до центъра на Галактиката Млечен път, тя щеше да бъде подложена на опасна радиация. Ако пък се намираще прекалено далеч от центъра, планетата нямаше да разполага с достатъчно важни елементи за създаването на ДНК молекули и протеини.

Поради всички тези причини днес астрономите смятат, че форми на живот могат да съществуват извън зоната Голдилокс върху луни или блуждаещи планети, но че възможността, да съществува планета, която подобно на Земята да е в състояние да поддържа живот и да е разположена в рамките на зоната Голдилокс, е много по-малка, отколкото се е смятало преди. Общо взето, повечето изчисления на уравненията на Дрейк показват, че възможностите да бъде открита цивилизация в Галактиката са по-малки, отколкото се е смятало първоначално.

Както пишат професор Питър Уорд и Доналд Браунли: „Вярваме, че животът във формата на микроби и техните еквиваленти е много широко разпространен във Вселената, като може би е по-широко разпространен, отколкото са си представяли дори Дрейк и (Карл) Сейгън. Но сложните форми на живот — животните и по-висшите растения — вероятно се срещат далеч по-рядко, отколкото се допуска обикновено.“^[4] На практика Уорд и Браунли са оставили открита възможността Земята да е уникална в Галактиката в подслоняването на животински форми на живот. (Въпреки че тази теория може да обезсърчи търсенето на интелигентни форми на живот в нашата галактика, тя все още оставя открита възможността за съществуването на някакви форми на живот в други, по-далечни галактики.)

ТЪРСЕНЕТО НА ЗЕМЕПОДОБНИ ПЛАНЕТИ

Уравнението на Дрейк, разбира се, е чисто хипотетично. Но смисълът от търсенето на форми на живот в открития космос се потвърждава от откриването на извънслънчеви планети. Това, което спъва изследването на извънслънчевите планети, е, че те са невидими за телескопите, тъй като не излъчват собствена светлина. Общо взето, те са между един милион и един милиард пъти по-слабо видими от звездата майка.

За да открият такива, астрономите са принудени да анализират съвсем малки колебания в звездата майка, приемайки, че голяма планета с размерите на Юпитер е в състояние да промени орбитата на

звездата. (Представете си куче, което гони опашката си. По същия начин звездата майка и нейната планета с големината на Юпитер се „гонят“ взаимно, като се въртят една около друга. Един телескоп не може да забележи планета с големина на Юпитер, която е тъмна, но звездата майка се вижда ясно и видимо се клатушка напред-назад.)

Първата истинска извънслънчева планета бе открита през 1994 г. от доктор Александър Волшчан от Щатския университет на Пенсилвания, който наблюдавал планети, които обикалят около една мъртва звезда — въртящ се пулсар. Тъй като звездата майка вероятно била експлодирала като супернова, изглеждало правдоподобно тези планети да са мъртви и обгорени. На следващата година двама швейцарски астрономи — Мишел Майор и Дидие Келоз от Женева, обявиха, че са открили по-обещаваща планета с маса, подобна на тази на Юпитер. Тя се върти в орбита около звездата 51 Пегаси.

През последните десет години настъпи зрелищно бързо увеличаване на броя на извънслънчевите планети, които биват откривани. Геологът Брус Джейкоски от Колорадския университет в Боулдър казва: „Това е особено време в историята на човечеството. Ние сме първото поколение, което разполага с реалната възможност да открие живот на друга планета.“^[5]

Нито една от слънчевите системи, открити досега, не прилича на нашата. Всъщност всички те се различават много от Слънчевата система. Някога астрономите смятали, че Слънчевата система притежава типичните характеристики на другите слънчеви системи, пръснати из Вселената, разполагайки с кръгови орбити и три пръстена от планети около звездата майка: скалист пояс от планети, разположен най-близо до звездата, след това пояс от газови гиганти и накрая кометен пояс от замръзнали айсберги.

За голяма своя изненада астрономите установиха, че нито една от планетите в другите слънчеви системи не следва това просто правило. По-специално те очакваха планетите с големината на Юпитер да бъдат откривани далеч от звездата майка, но вместо това много от тях се движат в орбита или изключително близо до звездата майка (дори по-близо от орбитата на Меркурий), или по изключително елипсовидни орбити. И в двата случая съществуването на малка земеподобна планета, движеща се в орбита в зоната Голдилокс, щеше да бъде невъзможно. Ако планета с големината на Юпитер се движеше в

орбита прекалено близо до звездата майка, това щеше да означава, че планетата е мигрирала от голямо разстояние и постепенно е навлязла със спираловидни движения в центъра на слънчевата система (вероятно поради триенето, предизвикано от праха). В този случай планетата накрая щеше да пресече орбитата на по-малката земеподобна планета, изхвърляйки я в открития космос. А ако планетата с големината на Юпитер следваше твърде елипсовидна орбита, това щеше да означава, че тя ще преминава редовно през зоната Голдилокс, пак принуждавайки всяка земеподобна планета да отлита в Космоса.

Тези открития разочароваха ловците на планети и астрономите, които се надяваха да открият други земеподобни планети, но постфактум трябва да се отчете, че това не е неочаквано. Нашите инструменти са толкова нечувствителни, че могат да открият само най-голямата и най-бързо движеща се планета с размерите на Юпитер, която може да окаже измерим ефект върху звездата майка. Вследствие на това не е учудващо, че днешните телескопи могат да откриват само чудовищно големи планети, които се движат бързо в Космоса. Ако в открития космос съществува пълна близначка на Слънчевата система, вероятно инструментите ни са прекалено нечувствителни, за да я открият.

Всичко това може да се промени с изстрелването на „Корот“, „Кеплер“ и „Откривателят на земни планети“ — три спътника, които са проектирани да откриват местонахождението на няколкостотин земеподобни планети в Космоса. Спътниците „Корот“ и „Кеплер“ например ще изследват бледата сянка, която би била хвърляна от една земеподобна планета, докато тя минава пред лицевата повърхност на звездата майка, намалявайки леко излъчваната от нея светлина. Въпреки че земеподобната планета няма да се вижда, намаляването на светлината, излъчвана от звездата майка, може да бъде забелязано от спътник.

Френският спътник „Корот“ (термин, който на френски означава конвекция, звездно въртене и планетарни преминавания) бе изстрелян успешно през декември 2006 г. и е важно събитие за науката. Това е първата базирана в Космоса сонда, която търси извънслънчеви планети. Учените се надяват да открият между десет и четиридесет земеподобни планети. Ако постигнат това, планетите вероятно ще се

окажат скалисти, а не газови гиганти и ще бъдат само няколко пъти по-големи от Земята. Вероятно „Корот“ ще прибави още планети към многото планети с големината на Юпитер, които вече са открити в Космоса. „«Корот» ще бъде в състояние да открива извънслънчеви планети с всякакви размери и характеристики за разлика от това, което можем да сторим от земята в момента“, казва астрономът Клод Катала. Учените се надяват спътникът да сканира цели 120 000 звезди.

Един ден „Корот“ може да открие доказателства за съществуването на първата земеподобна планета в Космоса, което ще бъде повратна точка в историята на астрономията. В бъдеще хората може да получат екзистенциален шок, когато вперят поглед в нощното небе и осъзнаят, че там някъде има планети, които биха могли да подслоняват интелигентни форми на живот. Когато отправяме поглед към небесата в бъдеще, може да започнем да се питаме дали някой не отвърща на погледа ни.

По предварителен план спътникът „Кеплер“ трябва да бъде изстрелян от NASA в края на 2008 година.^[6] Той е толкова чувствителен, че е в състояние да открива стотици земеподобни планети в открития космос, да измерва яркостта на 100 000 звезди и да отбелязва движението на всяка планета, докато тя минава пред лицевата повърхност на звездата. През четирите години, в които ще бъде в действие, „Кеплер“ ще анализира и следи хиляди далечни звезди, отстоящи на 1 950 светлинни години от Земята. През първата година в орбита учените очакват спътникът да открие приблизително:

— Петдесет планети с приблизително същата големина като на Земята.

— Сто осемдесет и пет планети, които са по-големи от Земята с около 30 процента.

— Шестстотин и четиридесет планети, чийто размер е около 2,2 пъти по-голям от този на Земята.

„Откривателят на земни планети“ може да има още по-голям шанс да открива земеподобни планети. След няколко отлагания, по предварителен план спътникът трябва да бъде изстрелян през 2014 година. Той ще анализира с голяма точност общо сто звезди на разстояние от 45 светлинни години. Ще бъде оборудван с две отделни устройства за търсене на далечни планети. Първото е коронограф — специален телескоп, който блокира светлината, излъчвана от звездата

майка, намалявайки светлината ѝ с една милиардна част. Телескопът ще бъде между три и четири пъти по-голям от Космическия телескоп „Хъбъл“ и десет пъти по-прецизен. Второто устройство на „Откривателят“ е интерферометър, който използва интерференцията на светлинни вълни, за да съкращава светлината от звездата майка с една милионна част.

Междувременно Европейската космическа агенция планира да изстреля свой собствен откривател на планети — „Дарвин“, който ще бъде изпратен в орбита през 2015 г. или по-късно. По план спътникът трябва да се състои от три космически телескопа, всеки с диаметър от около 3 метра, които ще летят във формация и ще действат като голям интерферометър. Неговата мисия също ще се състои в това да открива земеподобните планети в Космоса.

Откриването на земеподобни планети в открития космос ще спомогне за пренастройването на начинанието SETI. Вместо да сканират произволно звездите, астрономите ще бъдат в състояние да съсредоточават усилията си върху малка група звезди, подслонила близка на Земята.

КАК ИЗГЛЕЖДАТ ТЕ?

Някои учени се опитват да използват физиката, биологията и химията, за да отгатнат как би могла да изглежда една форма на извънземен живот. Исак Нютон например се питал защо всички животни, които той можел да види около себе си, притежават една и съща двустранна симетрия — две очи, два предни крайника и два задни. Дали това е случайно, или е дело на Бог?

Днес биолозите смятат, че по време на „камбрийската експлозия“, настъпила преди около половин милиард години, природата е експериментирала с огромен набор от форми за съвсем малки многоклетъчни твари. Някои от тях имали гръбначен мозък, оформен като „X“, „Y“ или „Z“. Други имали радиална симетрия като морска звезда. По някаква случайност едно от тези същества имало гръбначен мозък, оформен като „I“, с двустранна симетрия, и то било прародителят на повечето бозайници на Земята. Затова по принцип хуманоидната форма с двустранна симетрия, същата форма, която Холивуд използва, за да изобразява извънземните в Космоса, не трябва

да бъде приписвана задължително на всички интелигентни форми на живот.

Някои биолози са убедени, че причината, поради която различни форми на живот са процъфтявали по време на камбрийската експлозия, е „оръжейната надпревара“ между хищника и жертвата. Появата на първите многоклетъчни, които можели да изяждат други организми, форсирала ускорената еволюция на двата вида, като всеки от тях се опитвал да надхитри другия. Подобно на оръжейната надпревара между бившия Съветски съюз и Съединените щати по време на Студената война всяка страна трябвало да се стреми да изпревари другата.

Чрез изучаването на начина, по който животът се е развил на тази планета, човек може да направи следните хипотези за начина, по който интелигентни форми на живот биха могли да се развият на Земята. Учените са стигнали до заключението, че интелигентните форми на живот се нуждаят от:

1. Някакъв вид зрение или сетивен механизъм за проучването на околната среда.

2. Някакъв вид палец, който да се използва за хващане — това би могло да бъде и пипало или щипка.

3. Някакъв вид комуникационна система като речта.

Тези три характеристики са необходими за разбирането на околната среда и в крайна сметка за нейното манипулиране — като и двете са отличителните признаци на интелекта. Но като изключим тези три характеристики, в друг аспект е възможно всичко. За разлика от толкова многото извънземни, показвани по телевизията, изобщо не е необходимо един извънземен да прилича на човек. Детеподобните извънземни с големи очи, които гледаме по телевизията и във филмите, всъщност приличат подозрително на извънземните от второкласните филми от 50-те години на XX в. заровени дълбоко в нашето несъзнавано.

(Някои антрополози обаче са добавили четвърти критерий за интелигентните форми на живот, който трябва да обясни един любопитен факт: хората са много по-интелигентни, отколкото е трябвало да бъдат, за да оцелеят в гората. Нашите мозъци могат да овладеят пътуването в Космоса, квантовата теория и висшата математика — поредица от умения, които са напълно ненужни за

ловуването и търсенето на храна в гората. На какво се дължи този излишък от мозъчна мощ? В природата, когато видим двойки от животни като дребния леопард и антилопата, които притежават невероятни умения, надминаващи далеч тези, които са необходими за оцеляването им, установяваме, че между тях се води оръжейна надпревара. Подобно на това някои учени смятат, че има четвърти критерий — една биологична „оръжейна надпревара“, която подтиква към действие интелигентните хора. Може би тази оръжейна надпревара се е водила с другите представители на нашия вид.)

Помислете си за всички забележително различни форми на живот на Земята. Ако човек например е развъждал селективно октоподи в продължение на няколко милиона години, можем да си представим, че те също ще успеят да станат интелигентни. (Преди 6 милиона години сме се отделили от човекоподобните маймуни вероятно защото не сме се приспособили добре към променящата се околна среда в Африка. Противоположно на това октоподът е много добре приспособен към своя живот под подводните скали и вследствие на това не е еволюирал в течение на милиони години.) Биохимикът Клифърд Пикоувър казва, че когато отправя поглед към всичките „налудничави на вид ракообразни, към много меките медузи с пипала, към гротескните, хермафродитни червеи и тварите със слузести форми, разбира, че Бог има чувство за хумор и то се отразява в другите форми на живот във Вселената“.

Холивуд обаче вероятно уцелва право в десетката, когато изобразява интелигентните извънземни форми на живот като месоядни същества. Месоядните извънземни гарантират не само по-големи касови продажби, но и в подобно представяне на нещата има елемент на истина. Обикновено хищниците са по-умни от своята жертва. Хищниците трябва да използват хитрост, за да скроят план, за да дебнат, за да се скрият и нападнат от засада жертвата си. Лисиците, кучетата, тигрите и лъвовете имат очи, разположени в предната част на главата, за да преценяват какво е разстоянието, когато връхлитат върху жертвата си. Чрез двете си очи те могат да използват триизмерно стереозрение, за да следят своята жертва. От друга страна жертвите като елените и зайците трябва да знаят само как да бягат. Те имат очи, които са разположени в страничните части на главата, за да проучват с поглед средата за хищници в рамките на 360 градуса около тях.

С други думи, напълно е възможно интелигентните форми на живот в открития космос да са еволюирали от хищници с очи или някакъв друг сетивен орган, който е разположен в предната част на главата. Те могат да се придържат към някаква форма от агресивното поведение на месоядните, водещи борба за територии, което откриваме при вълците, лъвовете и хората на земята. (Но тъй като подобни форми на живот вероятно ще бъдат основани на съвсем различна ДНК и протеинови молекули, те няма да проявяват интерес да ни изяждат или към съвкупление с нас.)

Можем да използваме и физиката, за да предположим какъв би могъл да бъде размерът на тялото им. Ако приемем, че те живеят на планети с големината на Земята и имат същата приблизителна плътност като водата, подобно на формите на живот на Земята, в такъв случай огромните същества са изключени заради закона за мащаба, според който законите на физиката се променят драстично, когато увеличаваме мащаба на всеки обект.

ЧУДОВИЩАТА И ЗАКОНЪТ ЗА МАЩАБА

Например, ако Кинг Конг съществуваше наистина, той нямаше да бъде в състояние да тероризира Ню Йорк. Точно обратното, краката му щяха да се счупят още когато направи първата стъпка. Това се дължи на факта, че ако вземете една човекоподобна маймуна и увеличите размера ѝ десет пъти, нейното тегло ще се повиши от увеличението обем $10 \times 10 \times 10 = 1\,000$ пъти. Затова тя ще бъде 1 000 пъти по-тежка. Но нарастването на силата ѝ е свързано с дебелината на костите и мускулите ѝ. Големината на напречния разрез на костите и мускулите ѝ се увеличава само от квадрата на разстоянието, т.е. $10 \times 10 = 100$ пъти. С други думи, ако Кинг Конг беше 10 пъти по-голям, той щеше да е само 100 пъти по-силен, но щеше да тежи 1 000 пъти повече. По този начин теглото на маймуната нараства много по-бързо от нейната сила, докато увеличаваме размера ѝ. Грубо казано, тя ще бъде 10 пъти по-слаба от една нормална маймуна. Ето защо нейните крака ще се счупят.

Спомням си, че в началното училище моят учител се удивляваше от силата на една мравка, която може да повдигне лист, тежък в пъти повече от нея. Той стигна до заключението, че ако една мравка е голяма колкото къща, тя ще може да повдигне тази къща. Но това

допускане е неправилно по същата причина, която посочихме току-що в случая с Кинг Конг. Ако една мравка беше голяма колкото къща, нейните крака също щяха да се счупят. Ако увеличите хилядократно една мравка, тя ще бъде 1 000 пъти по-слаба от една обикновена мравка и вследствие на това ще рухне под тежестта си. (Също така ще се задуши. Мравката диша през дупки в страничните части на тялото си. Големината на тези дупки се увеличава в зависимост от квадрата на радиуса, но обемът на мравката се увеличава в зависимост от куба на радиуса. По този начин една мравка, която е 1 000 пъти по-голяма от една обикновена мравка, ще разполага с 1 000 пъти по-малко въздух, отколкото ѝ е необходимо за доставянето на кислород за мускулите и телесните ѝ тъкани. Това е и причината, поради която при шампионите във фигурното пързалане и гимнастиката се проявява тенденцията да имат много по-малък ръст от среднестатистическия, въпреки че имат същите пропорции на тялото като всички други. Из цялото тяло те имат пропорционално по-голяма мускулна сила от по-високите хора.)

Използвайки закона за мащаба, можем да изчислим приблизителната форма на животните на Земята, както и на извънземните в Космоса. Топлината, излъчвана от едно животно, се увеличава паралелно с нарастването на големината на повърхността му. Вследствие на това десетократното увеличаване на големината му повишава загубата на топлината му $10 \times 10 = 100$ пъти. Но топлинното съдържание в тялото му е пропорционално на неговия обем $10 \times 10 \times 10 = 1\,000$ пъти. Вследствие на това големите животни губят топлина по-бавно от малките животни. (Причината, поради която зимно време пръстите и ушите ни замръзват първи, е, че имат размер на повърхността, който е свързан най-силно със същото обстоятелство. Затова и дребните хора замръзват по-бързо от едрите. Това обяснява защо вестниците изгарят много бързо — заради сравнително големия им размер на повърхността. Пъновете обаче горят много бавно заради сравнително малкия си размер на повърхността.) Това обяснява и защо китовете в Арктика имат кръгла форма — тъй като една сфера има най-малката възможна големина на повърхността на единица маса. Затова и насекомите в по-топла среда могат да си позволят да имат вретеновидна форма със сравнително голям размер на повърхността на единица маса.

Във филма на „Дисни“ „Скъпа, смалих децата“ членовете на едно семейство са смалени до големината на мравки. Разразява се дъждовна буря и виждаме как в микросвета съвсем малките дъждовни капки падат върху локвите. В действителност една дъждовна капка, видяна през очите на мравка, ще изглежда не като малка капчица, а като огромно полукълбо от вода. В нашия свят едно водно полукълбо е нестабилно и ще рухне под въздействието на своята тежест заради гравитацията. Но в микросвета повърхностното напрежение е сравнително голямо и затова водното полукълбо е съвсем стабилно.

По същия начин можем да изчислим приблизителното съотношение между повърхността и обема на животни от далечни планети в открития космос. Като използваме законите на физиката, можем да изкажем теоретично твърдението, че извънземните в открития космос вероятно няма да бъдат гигантите, описвани в научната фантастика, а ще приличат повече на нас по своята големина. (Китовите обаче могат да бъдат много по-големи по размер заради способността си да се задържат на повърхността на морската вода. Това обяснява и защо един кит, когато бъде изхвърлен на брега, умира — тъй като бива смазан от собствената си тежест.)

Законът за мащаба гласи, че законите на физиката се изменят, когато започнем да навлизаме все по-дълбоко в микросвета. Това обяснява защо квантовата теория ни се струва толкова странна — ами защото нарушава простите представи на здравия разум за нашата вселена. Затова законът за мащаба изключва познатата идея за светове, намиращи се в други светове, срещана в научната фантастика, т.е. идеята, че вътре в атома може да има цяла вселена или че нашата галактика може да се окаже атом в много по-голяма вселена. Тази идея е използвана във филма „Мъже в черно“. Във финалната сцена на филма камерата се откъсва от Земята и се насочва към планетите, звездите и галактиките, докато Вселената се превръща в една топка в огромна извънземна игра, играна от гигантски извънземни.

В действителност една звездна галактика не прилича на атом. Вътре в атома електроните в слоевете се различават напълно от планетите. Знаем, че планетите се различават много помежду си и могат да се движат в орбита на различно разстояние от звездата майка. В атомите обаче всички субатомни частици са идентични една на друга. Те не могат да се движат в орбита на различно разстояние от

ядрото, а само по точно определени орбити. (Освен това, за разлика от планетите, електроните могат да имат странно поведение, което нарушава правилата на здравия разум — те могат да присъстват на две места по едно и също време и да притежават вълноподобни свойства.)

ФИЗИКАТА НА НАПРЕДНАЛИТЕ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Можем да използваме физиката, за да очертаем контурите на хипотетичните цивилизации в Космоса. Ако проучим възхода на нашата цивилизация през последните 100 000 години, след като съвременните хора са се появили в Африка, на него може да се гледа като на история на нарастващо енергийно потребление. Руският астрофизик Николай Кардашев изказва предположението, че етапите в развитието на извънземните цивилизации във Вселената също биха могли да се подредят въз основа на енергийното потребление. Той класифицирал възможните цивилизации в три типа:

1. Цивилизации от I тип — тези, които придобиват планетарна мощ, оползотворявайки цялата слънчева светлина, която достига до тяхната планета. Може би те са в състояние да овладеят енергията на вулканите, да манипулират метеорологичното време, да контролират земетресенията и да строят градове на океанското дъно. Цялата планетарна мощ е под техен контрол.

2. Цивилизации от II тип — тези, които могат да оползотворяват цялата енергия на своето слънце, което ги прави 10 милиарда пъти по-мощни от една цивилизация от I тип. Федерацията на планетите в „Стар Трек“ е цивилизация от II тип. В известен смисъл една цивилизация от II тип е безсмъртна — нищо познато на науката като ледникови епохи, сблъсъци с метеорити или дори супернови не може да я унищожи. (В случай че тяхната звезда майка е на път да избухне, тези същества могат да се прехвърлят в друга звездна система или да прехвърлят там дори родната си планета.)

3. Цивилизации от III тип — тези, които могат да оползотворят енергията на цяла галактика. Те са 10 милиарда пъти по-мощни от една цивилизация от II тип. Борг в „Стар Трек“, Империята в „Междувездни войни“ и галактическата цивилизация в поредицата за Фондацията на Азимов съответстват на една цивилизация от III тип. Те са колонизирали милиарди звездни системи и могат да използват

енергията на черната дупка в центъра на тяхната галактика. Бродят свободно по космическите пътища на Галактиката.

Кардашев изчислил, че всяка цивилизация, чието енергийно потребление нараства със скромната скорост от няколко процента годишно, ще премине бързо от един тип в следващия в рамките на период, вариращ от няколко хиляди години до десетки хилядолетия.

Както споменавам в предишните ми книги, нашата цивилизация принадлежи към цивилизациите от нулев тип (т.е. използваме мъртви растения, нефт и въглища, за да захранваме с гориво нашите машини).

[7] Ние оползотворяваме само съвсем малка частица от слънчевата енергия, която се излива върху нашата планета. Но вече можем да видим как контурите на една цивилизация от I тип се очертават на Земята. Интернет е началото на телефонна система от I тип, която свързва цялата планета. Началото на икономика от I тип може да бъде наблюдавано във възхода на Европейския съюз, който на свой ред беше създаден, за да се съревновава с NAFTA.^[8] Английският език е вторият по разпространение език на Земята, който в действителност е номер едно и е езикът на науката, финансите и бизнеса. Той може да стане езикът на I тип, който се говори практически от всички. Локалните култури и обичаи ще продължат да процъфтяват в хиляди вариации на Земята, но върху тази мозайка от народи ще бъде наложена една планетарна култура, над която може би ще господстват младежката култура и комерсиализмът.

Преходът от една цивилизация в следващата съвсем не е гарантиран. Най-опасният преход например може да се окаже преходът между цивилизация от 0 тип и I тип. Една цивилизация от 0 тип все още е разяждана от сектантство, фундаментализъм и расизъм, типични за възхода ѝ, и не е ясно дали тези племенни и религиозни страсти няма да затруднят прехода. (Може би една причина, поради която не виждаме цивилизациите от I тип в Галактиката, е, че те така и не са извършили прехода, т.е. те са се саморазрушили. Когато един ден посетим други звездни системи, може да открием останките от цивилизации, които са се самоубили по един или друг начин — например техните атмосфери са станали радиоактивни или прекалено горещи, за да поддържат живота.)

До времето, когато една цивилизация достигне статуса на цивилизация от III тип, тя ще разполага с енергията и ноу-хауто да

пътува свободно из цялата галактика и дори да стигне до планетата Земя. Както става във филма „2001: Одисея в Космоса“, подобни цивилизации могат да разпратят самовъзпроизвеждащи се сонди роботи из цялата галактика, които да търсят интелигентни форми на живот.

Но една цивилизация от III тип вероятно няма да е склонна да ни посети или да ни завладее, както става във филма „Денят на независимостта“, където подобна цивилизация върхлита като епидемия от скакалци, които се струпват по планетите, за да изсмучат ресурсите им. В действителност има безброй безжизнени планети в открития космос с огромни минерални залежи, които те биха могли да придобият, без да влизат в контакт с непокорното местно население. Тяхното отношение към нас може да прилича на нашето собствено отношение към един мравуняк. Ние не сме склонни да се наведем и да предложим на мравките мъниста и евтини дрънкулки, а сме склонни просто да ги пренебрегнем.

Главната опасност, пред която са изправени мравките, не се състои в това, че хората искат да нахлуят в дома им или да ги унищожат. Вместо това хората просто ще павират пътя над тях, защото те са им се изпречили на него. Помнете, обаче че що се отнася до енергийната употреба, разстоянието между една цивилизация от III тип и нашата собствена цивилизация от 0 тип е далеч по-голямо от разстоянието между нас и мравките.

нло

Някои хора твърдят, че извънземните вече са посещавали Земята под формата на НЛО. Учените обикновено въртят очи в недоумение, когато чуват за НЛО, и отхвърлят тази възможност, тъй като разстоянията между звездите са прекалено големи. Но независимо от реакциите на учените постоянно постъпващите съобщения за наблюдения на НЛО не намаляват през годините.

Наблюденията на НЛО действително датират от началото на писмената история. В Библията пророк Йезекиил говори загадъчно за „колела, намиращи се в други колела в небето“, което някои тълкуват като споменаване на НЛО. През 1450 г. пр.Хр., при царуването на фараона Тутмос III, египетските писари отбелязали инцидент, в който били замесени „огнени колела“, които били по-ярки от Слънцето и

били големи около 5 метра. Те се появявали в течение на няколко дни и накрая се издигнали в небето. През 91 г. пр.Хр. римският автор Юлий Обсеквенс писал за „кръгъл обект, подобен на кълбо или кръгообразен щит, (който) се движел по пътя си в небето“. През 1255 г. генерал Йоритсуме и неговата армия видели странни кълба от светлина, които танцували в небето близо до Киото, Япония. През 1561 г. голям брой обекти били наблюдавани над Нюрнберг, Германия. Те сякаш водели битка във въздуха.

В по-нови времена Военновъздушните сили на САЩ провеждат широкомащабни проучвания на наблюденията на НЛО. През 1952 г. Военновъздушните сили започват Проекта „Синя книга“, по който се анализират 12 618 такива наблюдения. В доклада се стига до заключението, че повечето от тези наблюдения биха могли да бъдат обяснени с различни природни явления, най-обикновени самолети или измама. Около 6 процента обаче са класифицирани като явления с неизвестен произход. В резултат на доклада на Кондън, в който се стига до заключението, че подобни проучвания нямат никаква стойност, Проектът „Синя книга“ е приключен през 1969 година. Това е последният известен широкомащабен проект за изследване на НЛО на Военновъздушните сили на САЩ.

През 2007 г. френското правителство публикува обемист файл, посветен на НЛО. Докладът, който стана достъпен по интернет благодарение на Френския национален център за космически изследвания, включва 1 600 наблюдения на НЛО, направени в продължение на петдесет години. Той съдържа 100 000 страници с описания на очевидци, филми и аудиозаписи. Френското правителство твърди, че 9 процента от наблюденията биха могли да бъдат обяснени напълно, 33 процента имат правдоподобни обяснения, но че не е в състояние да твърди същото за останалите.

Независимото доказване на истинността на тези наблюдения, разбира се, е трудно. На практика повечето съобщения за наблюдения на НЛО, след внимателен анализ, могат да бъдат отхвърлени като резултат от следните явления:

1. *Планетата Венера, която е най-яркият обект в нощното небе след Луната.* Заради огромното разстояние от Земята, на което се намира, тази планета сякаш ви следва, ако се намирате в движеща се кола, създавайки илюзията, че е пилотиран обект. Това става по същия

начин, по който ви се струва, че Луната ви следва. До известна степен ние преценяваме какво е разстоянието, като сравняваме движещите се обекти с тяхната среда. Тъй като Луната и Венера са прекалено далеч и няма нищо, с което да ги сравним, те не се движат по отношение на нашата среда и вследствие на това пораждаат оптичската илюзия, че ни следват.

2. *Блатният газ.* По време на температурна инверсия над блатист район газът се стеле над почвата и може да се нажежи до бяло. От един голям залеж могат да се отделят по-малки газови количества, създавайки впечатлението, че разузнавателни кораби се отделят от кораба-майка.

3. *Метеори.* Ярки ивици светлина могат да преминават през нощното небе за няколко секунди, създавайки илюзията за пилотиран кораб. Те могат и да се разпръснат, отново създавайки илюзията за разузнавателни кораби, отделящи се от кораба-майка.

4. *Атмосферни аномалии.* Има гръмотевични бури и всякакви необичайни атмосферни явления, които могат да озарят небето по странни начини, създавайки илюзията за НЛО.

През ХХ и ХХІ в. явленията, които биха могли да станат причина за наблюдения на НЛО, са следните:

1. *Радарно ехо.* Радарните вълни могат да отскочат от планините и да създадат ехо, което да бъде засечено в радарните монитори. Такива вълни дори сякаш се движат зигзаговидно и летят с огромна скорост на радарния екран, тъй като са само ехо.

2. *Метеорологични и изследователски балони.* Военните твърдят в един спорен доклад, че за прочутия слух от 1947 г. за разбиване на извънземен кораб в Розуел, Ню Мексико, причината е блуждаещ балон, пуснат по Проекта „Могул“ — свръхсекретен проект за следене на радиационните равнища в атмосферата в случай на избухване на термоядрена война.

3. *Самолети.* Известно е, че комерсиални и военни самолети са предизвиквали появата на доклади за наблюдение на НЛО. Това важи особено в случая с тестовите полети на модернизирани експериментални самолети като бомбардировачите стелт. (Американските военни в действителност насърчават оповестяването на истории за летящи чинии, за да отклонят вниманието от свръхсекретните си проекти.)

4. *Умишлени измами.* Някои от най-известните снимки, за които се претендира, че на тях са заснели летящи чинии, в действителност са фалшификати. Една знаменита летяща чиния, на която се виждат прозорци и отсеци за приземяване, в действителност е модифицирана хранилка за пилета.

Поне 95 процента от наблюденията могат да бъдат отхвърлени на едно от горните основания. Но това все пак оставя открит въпроса за оставащите няколко процента необяснени случаи. Най-правдоподобните случаи на НЛО включват: а) многобройни наблюдения от независими свидетели, заслужаващи доверие, и б) доказателства от многобройни източници, като лично наблюдение и радар. Подобни съобщения се отхвърлят по-трудно, тъй като включват няколко независими критерия. Например през 1986 г. над Аляска било осъществено наблюдение на НЛО от полет 1628 на компанията JAL, което било проучено от FAA.^[9] НЛО-то било наблюдавано от пасажерите на полета на JAL. Също така то било проследено от наземен радар. По същия начин над Белгия през 1989–1990 г. имало масови радарни наблюдения на черни триъгълници, които били проследени от радарите и реактивните бързи изтребители на НАТО. През 1976 г. било направено наблюдение над Техеран, Иран, което довело до многобройни повреди в системите на един реактивен бърз изтребител F-4, както било записано в документите на ЦРУ.

Това, което обезсърчава учените, е, че нито едно от хилядите записани наблюдения не привежда безспорно материално доказателство, което може да доведе до възпроизводими резултати в лабораторни условия. Досега не е бил открит и доставен нито един образец на извънземна ДНК, нито един извънземен компютърен чип или материално доказателство за кацане на извънземни.

Ако допуснем за миг, че подобно НЛО е по-скоро истински космически кораб, отколкото илюзия, бихме могли да се запитаме какъв вид космически кораб е той. Ето някои от характеристиките, записани от наблюдатели.

а) Движат зигзаговидно във въздуха.

б) Спират запалителите на автомобилните двигатели и разстройват подаването на електричество, докато минават край дадено място.

в) Роят се безшумно във въздуха.

Нито една от тези характеристики не се съгласува с описанието на ракетите, които сме разработили на Земята. Например всички известни ракети зависят от третия закон за движението на Нютон (на всяко действие има равно по сила противодействие). Но цитираните НЛО, изглежда, не притежават никакъв ауспук. А Г-силите (гравитационните сили), създадени от движещите се зигзаговидно летящи чинии, щяха да превишат сто пъти гравитационната сила на Земята и да сплескат всяко създание на Земята.

Възможно ли е подобни характеристики на НЛО да бъдат обяснени с използването на модерната наука? Във филми като „Земята срещу летящите чинии“ винаги се приема, че извънземни същества пилотират тези апарати. По-вероятно е обаче, ако такива апарати съществуват, те да са без екипаж (или екипажът да се състои от същества, които частично са изградени от органична материя и частично са механични). Това би обяснило как апаратът може да се придържа към модели, генериращи Г-сили, които в нормално състояние биха смазали всяко живо същество.

Кораб, който е в състояние да спре запалителите на автомобилните двигатели и да се движи безшумно във въздуха, навежда на мисълта за превозно средство, задвижвано с магнетизъм. Проблемът при магнитното задвижване е, че магнитите винаги имат два полюса — северен и южен. Ако поставите един магнит в магнитното поле на Земята, той просто ще се завърти (като стрелката на компас), а няма да се вдигне във въздуха като НЛО. Докато южният полюс на един магнит се движи в едната посока, северният полюс ще се движи в другата посока, затова магнитът се върти и не отива никъде.

Възможно решение на този, проблем би било използването на „монополюси“, т.е. магнити само с един полюс — било северен, било южен. Обикновено, ако счупите един магнит на две половини, не получавате два монополюса. Вместо това всяка половина от магнита става самостоятелен магнит със свой собствен северен и южен полюс, т.е. тя става друг диполус (двуполусен магнит). Така че, ако продължите да трошите един магнит, винаги ще получавате двойки от северен и южен полюс. (Този процес на счупване на един двуполусен магнит за създаването на по-малки двуполусни магнити продължава,

докато се стигне до атомното равнище, където самите атоми са диполюси).

Проблемът пред учените е, че монополюси никога не са били наблюдавани в лабораторни условия. Физиците са се опитвали да фотографират следата от монополюс, движещ се през тяхното оборудване, и не са постигнали успех (като изключим една-единствена, много спорна снимка, направена в Станфордския университет през 1982 г.).

Въпреки че монополюси никога не са били регистрирани в лабораторни условия, физиците смятат, че във Вселената някога е имало изобилие от монополюси и това е станало веднага след Големия взрив. Тази идея е вградена в последните космологични теории за Големия взрив. Но тъй като Вселената се е раздула бързо след Големия взрив, гъстотата на монополюсите из цялата вселена е била разреждана и затова днес не ги наблюдаваме в лабораторни условия. (Всъщност липсата на монополюси е накарало физиците да предложат идеята за инфлационната вселена. Така че понятието „остатъчни монополюси“ е установено във физиката.)

Затова можем да си представим, че една странстваща в Космоса раса би могла да овладее тези „първични монополюси“, останали след Големия взрив, като разпъне голяма магнитна „мрежа“ в открития космос. Щом съберат достатъчно монополюси, представителите ѝ могат да се движат без усилие из Космоса, използвайки магнитните полеви линии, срещани из цялата галактика или на една планета, без да създават ауспук. Тъй като монополюсите са обект на силен интерес от много космолози, съществуването на такъв кораб със сигурност е съвместимо с настоящия начин на мислене във физиката.

И накрая, всяка извънземна цивилизация, която е напреднала достатъчно, за да изпраща междузвездни кораби из цялата вселена, със сигурност владее нанотехнологии. Това би означавало, че не е необходимо нейните междузвездни кораби да бъдат много големи и милиони от тях да бъдат изпращани, за да изследват обитаеми планети. Може би безлюдните луни биха представлявали най-добрите бази за такива нанокораби. Ако е така, може би нашата собствена луна е била посещавана в миналото от цивилизация от III тип — събитие, подобно на сценария, разигран във филма „2001: Одисея в Космоса“, който е може би най-реалистичното описание на среща с извънземна

цивилизация. Повече от вероятно е апаратът да е без екипаж, да е робот и да е разположен на Луната. (Може да се окаже необходим още един век, преди нашата технология да напредне достатъчно, за да сканира цялата Луна за аномалии в радиацията и да открие древни доказателства за посещенията на нанокораби.)

Ако Луната наистина е била посещавана в миналото или е била нанотехническа база, това би обяснило защо НЛО не са непременно много големи. Някои учени се подиграват на НЛО, защото не съответстват на нито един от гигантските проекти за задвижване, обмисляни днес от инженерите, от рода на постояннотоките въздушнореактивни синтезни двигатели, огромните платна, захранвани от лазер, и ядрените импулсни двигатели, които биха могли да достигат диаметър от няколко мили. НЛО могат да бъдат малки колкото реактивен самолет. Ако съществува постоянна база на Луната, която е останала от предишно посещение, в такъв случай не е необходимо НЛО да бъдат големи — те могат да се презареждат от наблизко разположената им лунна база. Затова наблюденията биха могли да свидетелстват за съществуването на разузнавателни кораби без екипаж, които излитат от лунната база.

Като се има предвид бързият напредък в SETI и откриването на извънслънчеви планети, контактът с извънземни форми на живот, ако допуснем, че има такива близо до нас, може да настъпи в рамките на този век, което прави от подобен контакт събитие, спадащо към Клас I на невъзможните неща. Ако наистина съществуват извънземни цивилизации в открития космос, въпросите, които се налагат от само себе си, са: Ще разполагаме ли някога със средство да стигнем до тях? Ами какво ще кажете за нашето далечно бъдеще, когато Слънцето започне да се разширява и да поглъща Земята? Дали нашата съдба наистина е при звездите?

[1] Stahl, Jason. *Discover Magazine*. „Top 100 Stories of 2006“, December 2006, с. 80. ↑

[2] Cavelos, с. 13. ↑

[3] Cavelos, с. 12. ↑

[4] Ward and Brownlee, с. xiv. ↑

[5] Cavelos, с. 26. ↑

[6] Спътникът „Кеплер“ с мощен телескоп на борда бе изведен в хелиоцентрична орбита на 7 март 2009 година. — Б.р. ↑

[7] И изобщо, въпреки че местните езици и култури ще продължат да процъфтяват в различни региони на Земята, ще възникне един планетарен език и култура, които ще обхванат всички континенти. Тази глобална култура ще съществува едновременно с местната. Това положение вече важи за елитите на всички общества. Има и сили, които се противопоставят на този преход към планетарна система. Те инстинктивно осъзнават, че движението към една планетарна цивилизация е напредък, който ще превърне толерантността и светския плурализъм в украса на възникващата култура, но тази перспектива е заплаха за хората, които се чувстват по-уютно в настоящото хилядолетие. ↑

[8] Северноамериканската зона за свободна търговия, влязла в сила от януари 1994 г. — Б.р. ↑

[9] Федералното управление на авиацията на САЩ. — Б.р. ↑

9. МЕЖДУЗВЕЗДНИ КОРАБИ

Тази глупава идея да се изстрелват летателни апарати към Луната е пример за абсурдната далечина, до която порочната специализация ще отведе учените... Твърдението изглежда невъзможно в основата си.

А. У. Бикъртън, 1926 г.

По всяка вероятност по-добрата част от човечеството никога няма да загине — тези хора ще се прехвърлят от едно слънце на друго, докато те угасват. И затова няма да има край на живота, на интелекта и на усъвършенстването на човешкия род. Неговият прогрес ще бъде вечен.

Константин Е. Циолковски,
баща на ракетната техника

Един ден в далечното бъдеще ще преживеем нашия последен хубав ден на Земята. Накрая, след милиарди години, небето ще бъде в пламъци. Слънцето ще се издуе и ще се превърне в бушуващ пъкъл, който ще изпълни цялото небе, карайки всичко в небесата да изглежда микроскопично. Докато температурите на Земята се повишават, океаните ще кипнат и ще се изпарят, оставяйки след себе си обгорен и изсушен ландшафт. Накрая планините ще се стопят и ще се втечнат, създавайки потоци от лава там, където някога е имало изпълнени с живот градове.

Според законите на физиката този страшен сценарий е неизбежен. Накрая Земята ще загине в пламъци и ще бъде погълната от Слънцето.

Това бедствие ще настъпи през следващите пет милиарда години. При подобен мащаб на космическото време възходите и паденията на човешките цивилизации са само малки вълнички. Един ден ще се

наложи или да напуснем Земята, или да загинем. Как ли ще постъпят нашите потомци, когато условията на Земята станат непоносими?

Веднъж математикът и философ Бърtrand Ръсел се оплакал, „че нито огънят, нито героизмът, нито силата на мисълта или чувството може да съхрани живота след смъртта; че въпреки всичките усилия на епохите, цялата отдаденост, цялото вдъхновение, целия блясък на човешкия гений, на всички тях е съдено да изчезнат при повсеместната гибел на Слънчевата система, а целият храм на постиженията на Човека, неизбежно заровен под отломките на една вселена в развалини...“^[1]

Според мен това е един от най-отрезвяващите откъси в англоезичната литература. Но Ръсел е написал този откъс в ера, в която ракетните кораби били смятани за невъзможни. Днес перспективата един ден да напуснем Земята не е толкова невероятна. Карл Сейгън казва, че ние трябва да станем „двупланетен вид“. Според него животът на Земята е толкова ценен, че трябва да го разпространим на поне още една обитаема планета в случай на катастрофа. Земята се движи по средата на „космическо стрелбище“ от астероиди, комети и други отломки, които блуждаят близо до орбитата на Земята, и сблъсъкът с някое от тези тела може да доведе до нашата гибел.

ПРЕДСТОЯЩИ КАТАСТРОФИ

Поетът Робърт Фрост задал въпроса дали Земята ще приключи съществуването си в огън или лед. Използвайки законите на физиката, можем да направим едно логично предсказание за това как светът ще приключи съществуването си в случай на катастрофа по естествени причини.

В хилядолетен мащаб една опасност за човешката цивилизация е настъпването на нова ледникова епоха. Последната ледникова епоха е завършила преди 10 000 години. Когато настъпи следващата, а това ще стане в рамките на период, вариращ от 10 000 до 20 000 години, по-голямата част от Северна Америка може да бъде покрита с лед, дебел половин миля (около 900 м). Човешката цивилизация е процъфтявала в рамките на неотдавнашния съвсем малък междуледников период, когато Земята е била необичайно топла, но подобен цикъл не може да продължава вечно.

В течение на милиони години големи метеорити или комети, които се сблъскват със Земята, биха могли да имат опустошително въздействие. Последният голям сблъсък с небесно тяло е станал преди 65 милиона години, когато обект с диаметър около 6 мили (около 11,5 км) се блъснал в полуостров Юкатан, днешно Мексико, създавайки кратер с диаметър около 180 мили (около 324 км) и изтривайки от лицето на планетата динозаврите, които до този момент били доминиращата форма на живот на Земята. Според този времеви мащаб има вероятност да настъпи друг космически сблъсък.

След милиарди години Слънцето постепенно ще се уголеми и ще погълне Земята. Всъщност по нашите оценки Слънцето ще повиши температурата си с приблизително 10 процента през следващия милиард години, изгаряйки повърхността на Земята. То ще погълне напълно планетата след 5 милиарда години, когато ще се превърне в гигантска червена звезда. Земята наистина ще попадне в атмосферата на Слънцето.

След десетки милиарди години и Слънцето, и Галактиката Млечен път ще загинат. Когато нашето Слънце изчерпи своето водородно/хелиево гориво, ще се свие във формата на съвсем малка звезда — бяло джудже, и постепенно ще се охлади, докато стане отломък от черни термоядрени отпадъци, който ще се носи безцелно в космическия вакуум. Накрая галактиката Млечен път ще се сблъска със съседната галактика Андромеда, която е много по-голяма от нашата. Спиралните ръкави на Млечния път ще се откъснат и е напълно възможно Слънцето да отлети дълбоко в Космоса. Черните дупки в центъра на двете галактики ще изпълнят танц на смъртта преди окончателния им сблъсък и сливане.

Като се има предвид обстоятелството, че един ден човечеството трябва да избяга от Слънчевата система на близките звезди, за да оцелее или да загине, въпросът, който стои пред нас, е как да стигнем до там. Най-близката звездна система — Алфа от Кентавър, се намира на разстояние от над 4 светлинни години. Конвенционалните ракети с химично задвижване — работните коне на сегашната космическа програма, едва достигат скорост 40 000 мили (около 72 000 км) в час. При тази скорост на тях ще им бъдат необходими 70 000 години само за да посетят най-близката звезда.

При анализа на днешната космическа програма можем да установим, че има огромна дупка между нашите жалки днешни възможности и изискванията, стоящи пред един истински междузвезден кораб, който би могъл да ни даде възможност да започнем да изследваме Вселената. От изследването на Луната в началото на 70-те години на ХХ в. нашата космическа програма за полети с екипаж е изпращала астронавти в орбита само на 300 мили (около 540 км) над Земята в Космическата совалка и Международната космическа станция. През 2010 г. обаче NASA планира да извади постепенно от употреба Космическата совалка и да проправи път за космическия кораб „Орион“, който най-сетне ще върне астронавтите на Луната през 2020 г., след петдесетгодишно прекъсване. Според плана трябва да бъде създадена постоянна база на Луната, обитавана от хора. След това може да бъде предприета мисия с екипаж до Марс.

Очевидно трябва да бъде измислен нов вид ракетно устройство, ако се налага да стигнем някога до звездите. Или трябва да повишим радикално тягата на нашите ракети, или трябва да увеличим времето на действието им. Една голяма химическа ракета например може да има тяга от няколко милиона фунта, но тя изгаря само за няколко минути. За разлика от нея други ракетни устройства като йонния двигател (описан в следващите параграфи), могат да имат слаба тяга, но да действат в продължение на години в открития космос. В случая с ракетната техника костенурката печели състезанието със заека.

йонни и плазмени двигатели

За разлика от химическите ракети йонните двигатели не предизвикват внезапен драматичен взрив от свръхгорещи газове, които задвижват конвенционалните ракети. Всъщност тяхната тяга често се измерва в унции (десетки грамове). Ако бъдат поставени върху маса на Земята, те са прекалено слаби, за да помръднат. Но това, което им липсва в тягата, те наваксват напълно с трайността си, защото могат да действат в течение на години във вакуума на открития космос.

Типичният йонен двигател изглежда като вътрешността на телевизионна тръба. Една гореща жичка се нагорещява от електрически ток, който създава лъч от йонизирани атоми от рода на ксеноновите, който изскача от края на ракетата. Вместо да зависят от

взрив на горещ експлозивен газ йонните двигатели зависят от тънка, но постоянна струя йони.

Йонният тласкач NSTAR на NASA бе тестван в открития космос на борда на успешната сонда „Дийп Спейс 1“, която бе изстреляна през 1998 година. Двигателят действа общо 678 дни, поставяйки нов рекорд в своя клас. Европейската космическа агенция също тества йонен двигател на своята сонда „Смарт 1“. Японската космическа сонда „Хаябуса“, която прелетя край един астероид, бе захранвана с енергия от четири ксенонови йонни двигатели. Въпреки че не е ефектен, йонният двигател ще бъде в състояние да изпълнява дългосрочни мисии (които не са спешни) между планетите. На практика един ден йонните двигатели могат да станат работният кон за междупланетния транспорт.

По-мощна версия на йонния двигател е плазменият двигател — например VASIMR (Изменяемата специфична импулсна магнетоплазмена ракета), която използва мощна струя от плазма, за да се задвижи в Космоса. Проектиран от астронавта инженер Франклин Чанг-Диас, двигателят използва радиовълни и магнитни полета, за да нагорещява водороден газ до температура един милион градуса по Целзий. Свръхгорещата плазма след това се изхвърля от края на ракетата, придавайки ѝ значителна тяга. Прототипи на този двигател вече са били конструирани на Земята, въпреки че никога в Космоса не е бил изпращан някой от тях. Инженерите се надяват плазменият двигател да бъде използван за захранването с енергия на мисия до Марс, което ще намали значително времето за пътуване до тази планета, свеждайки го до няколко месеца. Някои устройства използват слънчева енергия, за да енергизират плазмата в двигателя, а други — делението на атома (което създава безпокойства за безопасността, тъй като включва разполагането на големи количества ядрени материали на кораби, които могат да претърпят инцидент в космоса).

Но нито йонният, нито плазменият двигател VASIMR разполагат с достатъчно енергия, за да ни отведат до звездите. За тази цел ни трябва съвсем нов тип задвижващи устройства. Сериозна пречка пред проектирането на междузвезден кораб е изумителното количество гориво, което е необходимо за извършването на пътуване дори до най-близката звезда, както и продължителният период от време, преди корабът да стигне до своята далечна дестинация.

Едно предложение, което може да реши тези проблеми, е слънчевото платно. То използва факта, че слънчевата светлина упражнява много слабо, но постоянно налягане, което е достатъчно за задвижването на огромно платно през Космоса. Идеята за слънчевото платно е била формулирана за първи път от големия астроном Йоханес Кеплер в трактата му от 1611 г. *Somnium* („Сън“).

Въпреки че физиката, на която се основава едно слънчево платно, е достатъчно проста, напредъкът в действителното създаване на слънчево платно, което може да бъде изпратено в Космоса, е непостоянен. През 2004 г. една японска ракета разгърна успешно две малки прототипни слънчеви платна в Космоса. През 2005 г. Планетарното общество, Космос Студиос и Руската академия на науките изстреляха космическото платно „Космос 1“ от подводница в Баренцово море, но неговата ракета-носител „Волна“ не постигна успех и платното не излезе в орбита. (Един предишен опит със суборбитално платно също се провали през 2001 година.) Но през февруари 2006 г. слънчево платно с дължина 15 метра беше изпратено успешно в орбита от японската ракета М-V, въпреки че платното не се разтвори напълно.

Напредъкът в технологията на слънчевите платна е мъчително бавен, но защитниците им имат още една идея, която може да ги отведе при звездите: изграждането на огромна батарея от лазери на Луната, която да изстрелва интензивни лъчи от лазерна светлина към слънчево платно, давайки му възможност да се отправи към най-близката звезда. Физиката на подобно междупланетарно слънчево платно е наистина обезсърчаваща. Самото платно би трябвало да има диаметър от стотици мили и да бъде конструирано изцяло в открития космос. Човек ще трябва да изгради хиляди мощни лазери на Луната, като всеки от тях трябва да бъде в състояние да изстрелва лъчи в продължение на периоди, вариращи от няколко години до десетилетия. (По една експертна оценка ще се наложи да бъдат изстрелвани лазерни лъчи, които надминават хиляда пъти сегашната обща енергийна мощност на планетата Земя.)

На хартия подобно мамутско светлинно платно би могло да бъде в състояние да се движи със скорост, наполовина по-малка от

скоростта на светлината. На такова слънчево платно ще му трябват само осем години или горе-долу толкова време, за да стигне до близките звезди. Предимството на такава система за задвижване е, че тя може да използва готова технология. Не е необходимо да бъдат откривани нови закони на физиката, за да бъде създадено такова слънчево платно. Но главните проблеми са в областта на икономиката и техниката. Инженерните проблеми при създаването на платно с диаметър от стотици мили, което се енергизира от хиляди мощни лазери, разположени на Луната, са страшни, тъй като изискват технология, която ще бъде разработена най-рано след век. (Един проблем пред междупланетарното слънчево платно е завръщането. Човек ще трябва да изгради втора батарея от лазери на далечна луна, за да отправи летателния апарат към Земята. Или може би корабът ще може да се завърти бързо около една звезда, използвайки я като прашка, за да получи достатъчно ускорение за обратното пътуване. Тогава лазерите на Луната ще бъдат използвани, за да намалят скоростта на платното, за да може то да кацне на Земята.)

ПОСОЯННОТОКОВ ВЪЗДУШНОРЕАКТИВЕН ДВИГАТЕЛ, ИЗПОЛЗВАЩ ЯДРЕН СИНТЕЗ

Предпочитаният от мен кандидат, който да ни отведе до звездите, е постояннотоковият въздушнореактивен синтезен двигател. Във Вселената има изобилие от водород, затова един постояннотоков въздушнореактивен двигател може да „загребва“ водород, докато се движи в открития космос, който на практика му предоставя неизчерпаем източник на ракетно гориво. Щом бъде натрупан достатъчно водород, той ще бъде нагорещен до температура от милиони градуси, достатъчно висока, за да фузира водородът, отделяйки енергията при термоядрена реакция.

Постояннотоковият въздушнореактивен двигател е предложен от физика Робърт У. Бусард през 1960 г. и по-късно е популяризиран от Карл Сейгън. Бусард изчислил, че един постояннотоков въздушнореактивен двигател с тегло около 1 000 тона теоретично може да поддържа постоянна тяга със сила 1 g, т.е. тяга, която може да се сравни с това да стоиш прав на Земята. Ако постояннотоковият въздушнореактивен двигател може да поддържа ускорение от 1 g за една година, той ще достигне 77 процента от скоростта на светлината,

което ще бъде достатъчно, за да превърне в сериозна възможност пътуването между звездите.

Изискванията към постояннотоковия въздушнореактивен синтезен двигател могат да се изчислят лесно. Първо, знаем средната плътност на водородния газ във Вселената. Можем и да пресметнем приблизително какво количество водороден газ трябва да бъде изгорено, за да се достигне ускорение от 1 g. Това изчисление на свой ред определя колко голямо трябва бъде „загребването“, за да бъде натрупан достатъчно водороден газ. С помощта на няколко разумни допускания може да се покаже, че ще ви трябва загребване, което достига диаметър от 160 километра. Въпреки че създаването на загребващо устройство с такъв размер би било възпиращо трудно на Земята, изграждането му в открития космос повдига по-малко проблеми заради безтегловността.

По принцип постояннотоковият въздушнореактивен двигател може да се задвижва безкрайно и да достига далечни звездни системи в Галактиката. Тъй като времето забавя ход в ракетата според Айнщайн, е възможно достигането на астрономически разстояния, без да се прибъгва до поддържането на членовете на екипажа в състояние на летаргия. След като увеличава ускорението си с 1 g в продължение на единадесет години според часовниците в междузвездния кораб, космическият апарат ще стигне до звездния куп Плеядите, който се намира на разстояние 400 светлинни години. За двадесет и три години той ще стигне до Галактиката Андромеда, която се намира на 2 милиона светлинни години от Земята. На теория космическият кораб може да достигне границата на видимата вселена през живота на един член на екипажа (въпреки че на Земята ще са изминали милиарди години).

Главният повод за несигурност е реакцията на ядрен синтез. Синтезният реактор ITER, който по план трябва да бъде изграден в Южна Франция, комбинира две редки форми на водород (деутерий и тритий), за да добива енергия. В открития космос обаче най-често срещаната се форма на водорода се състои от един-единствен протон, обграден от един електрон. Затова постояннотоковият въздушнореактивен синтезен двигател трябва да използва реакцията на ядрен синтез от типа протон-протон. Въпреки че ядрено-синтезният процес, основан на деутерия и трития, е бил изследван в продължение

на десетилетия от физиците, процесът на ядрен синтез от типа протон-протон не е изяснен напълно, по-труден е за осъществяване и води до произвеждането на далеч по-малко енергия. Затова овладяването на по-трудната реакция от типа протон-протон ще бъде техническо предизвикателство през следващите десетилетия. (Освен това някои инженери повдигат въпроса дали постояннотоковият въздушнореактивен двигател може да преодолее възпиращите ефекти, когато се приближава до скоростта на светлината.)

Докато изучаваме физиката и икономиката на ядрения синтез от типа протон-протон, е трудно да направим точни оценки на реализуемостта на постояннотоковия въздушнореактивен двигател. Но това устройство се намира в късия списък от възможни кандидати за всяка мисия към звездите, която обмисляме.

ЯДРЕНА ЕЛЕКТРИЧЕСКА РАКЕТА

През 1956 г. Американската комисия за атомна енергия (АЕС) започва да проучва сериозно ядрените ракети в рамките на Проекта „Роувър“. На теория един реактор, в който се осъществява деление на атома, се използва, за да нагорещява газове като водорода до екстремни температури, а след това тези газове се изхвърлят от единия край на ракетата, създавайки по този начин тяга.

Заради опасността от експлозия в земната атмосфера с участието на токсично ядрено гориво, ранните версии на ядрените ракетни двигатели били поставяни хоризонтално на железопътни релси, където действието на ракетата било внимателно контролирано. Първият ядрен ракетен двигател, който бил тестван в рамките на Проекта „Роувър“, бил „Киви 1“ през 1959 г. (той уместно бил кръстен на тази тромава австралийска птица, която не може да лети). През 60-те години на ХХ в. NASA обедини усилията си с тези на АЕС и създаде ядрения двигател за ракетни приложения (NERVA), който е първата ядрена ракета, тествана вертикално, а не хоризонтално. През 1968 г. тази ядрена ракета бе изстреляна по време на тест в долно положение.

Резултатите от изследването са противоречиви. Ракетите са много сложни и често правят засечки. Силните вибрации на ядрения двигател често спукват цистерните с гориво и кара кораба да се разцепва. Корозията, която настъпва заради изгарянето на водород при

високи температури, също е постоянен проблем. Ядрената ракетна програма приключва през 1972 година.

(Тези атомни ракети са изправени пред още един проблем: опасността от неконтролируема ядрена реакция, каквато протича в малка бомба. Въпреки че комерсиалните атомни електростанции днес минават на разредено ядрено гориво и не могат да избухнат като бомбата, хвърлена над Хиросима, тези атомни ракети, за да създадат възможно най-голяма тяга, се задействат от високообогастен уран и вследствие на това могат да експлодират във верижна реакция, предизвиквайки малък атомен взрив. Когато ядрената ракетна програма е пред приключване, учените решават да проведат последен тест, като взривят една ракета подобно на малка атомна бомба. Махат контролните пръти (които контролирали ядрената реакция). Реакторът достига суперкритична точка и избухва във формата на огнена топка. Тази зрелищна смърт на ядрената ракетна програма дори е заснета на филм. Руснаците веднага реагират и причисляват опита за нарушение на Договора за частична забрана на опитите с ядрено оръжие, който ограничава надземните детонации на атомни бомби.)

През годините военните периодично подновяват заниманията си с ядрените ракети. Един секретен проект е наречен „Ядрената ракета Тимбъруинд“ и е част от военния проект „Звездни войни“ през 80-те години на XX век. (Той е спрян, след като подробности за неговото съществуване са оповестени от Федерацията на американските учени.)

Главният повод за безпокойство, свързано с ядрената ракета, използваща делението на атома, е безопасността. Дори след като са изминали петдесет години от космическата епоха, химическите ракети носители получават катастрофални повреди през около 1 процент от времето на съществуването си. (Двете повреди на космическите совалки „Чалънджър“ и „Колумбия“, които предизвикаха трагичната гибел на четиринадесет астронавти, потвърдиха допълнително този процент на аварията.)

Независимо от това, през последните няколко години NASA поднови изследването на ядрените ракети за първи път след програмата NERVA през 60-те години на XX век. През 2003 г. NASA кръсти своя нов проект „Прометей“ на името на древногръцкия бог, дал огъня на човечеството. През 2005 г. „Прометей“ беше финансиран с 430 милиона долара, въпреки че през 2006 г. това финансиране беше

намалено значително и спадна на 100 милиона долара. Бъдещето на проекта е неясно.

ЯДРЕНИТЕ ИМПУЛСНИ РАКЕТИ

Друга далечна възможност е използването на серия от миниатомни бомби за задвижването на един междузвезден кораб. В проекта „Орион“ миниатомните бомби трябва да бъдат изхвърлени последователно от задната част на ракетата, така че космическият кораб да „яхне“ шокните вълни, създадени от тези миниводородни бомби. На хартия подобна конструкция би могла да приближи един космически кораб до скоростта на светлината. След като хрумнала първоначално на Станислав Улам през 1947 г., който спомогнал за проектирането на първите водородни бомби, идеята била развита допълнително от Тед Тайлър (един от главните проектантите на ядрени бойни глави за американските военни) и от физика Фрийман Дайсън от Института за напреднали изследвания в Принстън.

През 50-те и 60-те години на ХХ в. бяха направени сложни изчисления за тази междузвездна ракета. Беше изчислено, че такъв междузвезден кораб ще може да стигне до Плутон и да се върне за една година, като максималната му скорост ще достигне 10 процента от скоростта на светлината. Но дори при тази скорост на него биха му трябвали около четиридесет и четири години, за да стигне до най-близката звезда. Учените изказват предположението, че космически ковчег, захранван с енергия от такава ракета, ще трябва да пътува столетия с екипаж, който ще създаде много нови поколения, чието потомство ще се роди и ще прекара целия си живот в космическия ковчег, за да успеят да се доберат техните наследници до близките звезди.

През 1959 г. „Дженерал Атомикс“ публикува доклад, в който се изчислява големината на един космически кораб „Орион“. Най-голямата версия, наречена „Супер Орион“, тежи 8 милиона тона, има диаметър от 400 метра и се енергизира с над 1 000 водородни бомби.

Но значителен проблем пред проекта е опасността от замърсяване с ядрени отпадъци, отделяни по време на изстрелването. Дайсън изчислил, че ядрените странични продукти от всяко изстрелване биха могли да предизвикат ракови заболявания с фатален изход при десет души. Освен това електромагнитният импулс (ЕМР) за

подобно изстрелване е толкова силен, че ще предизвика масови къси съединения в съседните електрически системи.

Подписването на Договора за частична забрана на ядрените опити през 1963 г. оповестява края на проекта. Накрая се отказва и конструкторът на атомни бомби Тед Тайлър — главната движеща сила на проекта. (Веднъж той ми довери, че се разочаровал от проекта, когато осъзнал, че физиката, на която се основават миниатомните бомби, може да се използва и от терористи за създаването на преносими атомни бомби. Въпреки че проектът бе прекратен, тъй като бе сметнат за прекалено опасен, неговият съименник продължава да съществува — космическият кораб „Орион“ бе избран от NASA да замести Космическата совалка през 2010 година.)

Концепцията за ракета, задвижвана с ядрена енергия, бе възкресена отново за кратко време от Британското междупланетарно общество между 1975 и 1978 г. с проекта „Дедал“ — предварително проучване, което да установи дали може да бъде конструиран междузвезден кораб без екипаж, който да стигне до звездата на Барнард, която се намира на 5,9 светлинни години от Земята. (Звездата на Барнард е избрана, защото било изказано предположението, че тя може да има планета. Астрономите Джил Тартър и Маргарет Търнбул съставят списък от 17 129 близки звезди, които биха могли да имат планети, поддържащи някаква форма на живот. Най-обещаващият кандидат е Епсилон Инди А, който се намира на разстояние от 11,8 светлинни години.)

Ракетният кораб, планиран за проекта „Дедал“, е толкова огромен, че се налага да бъде конструиран в открития космос. Той ще тежи 54 000 тона, като почти цялото му тегло ще се състои от ракетно гориво и ще може да достига скорост 7,1 процента от скоростта на светлината с 450 тона полезен товар. За разлика от проекта „Орион“, който използва съвсем малки бомби, в които се осъществява деление на атома, проектът „Дедал“ ще използва миниводородни бомби със смес от деутерий и хелий-3, която ще бъде възпламенявана от електронни лъчи. Заради страшните технически проблеми, пред които бе изправен, както и заради безпокойствата от системата за ядрено задвижване, проектът „Дедал“ също бе изоставен за неопределено време.

СПЕЦИФИЧЕН ИМПУЛС И КОЕФИЦИЕНТ НА ПОЛЕЗНО ДЕЙСТВИЕ НА ДВИГАТЕЛЯ

Понякога инженерите говорят за „специфичен импулс“, който дава възможност да класифицираме коефициента на полезно действие на различни двигателни устройства. Специфичният импулс се определя като промяната в кинетичната енергия на единица маса на пропеланта^[2]. Вследствие на това колкото по-ефективен е двигателят, толкова по-малко гориво е необходимо за издигането на една ракета в Космоса. Кинетичната енергия на свой ред е резултатът от силата, която действа в течение на определен период от време. Въпреки че имат много голяма тяга, химическите ракети действат в продължение само на няколко минути и вследствие на това имат много нисък специфичен импулс. Тъй като йонните двигатели могат да действат в продължение на години, те имат висок специфичен импулс с много ниска тяга.

Специфичният импулс се измерва в секунди. Една типична химическа ракета може да има специфичен импулс от 400–500 секунди. Специфичният импулс на двигателя на Космическата сова е 453 секунди. (Най-високият специфичен импулс, достиган някога от химическа ракета, е 542 секунди, като тя използва пропелантна смес от водород, литий и флуор.) Тласкачът на йонния двигател на „Смарт 1“ има специфичен импулс от 1 640 секунди. А ядрената ракета достига специфични импулси от 850 секунди.

Възможно най-големият специфичен импулс би бил притежаван от ракета, която достига скоростта на светлината. Тя би имала специфичен импулс от около 30 милиона секунди. Таблицата, която следва, показва специфичните импулси на различни видове ракетни двигатели.

Тип на ракетния двигател	Специфичен импулс
Ракета с твърдо гориво	250
Ракета с течено гориво	450
Йонен двигател	3 000
Плазмен двигател VASIMR	от 1 000 до 30 000
Ракета, в която се осъществява деление на атома	от 800 до 1 000
Ракета, в която се осъществява ядрен синтез	от 2 500 до 200 000

Ядрена импулсна ракета	от 10 000 до 1 милион
Антиматерийна ракета	от 1 милион до 10 милиона

(По принцип, тъй като лазерните платна и постояннотоковите въздушнореактивни двигатели не използват никакъв пропелант, имат безкраен специфичен импулс, въпреки че се натъкват на свои собствени проблеми.)

КОСМИЧЕСКИ АСАНСЬОРИ

Възражението срещу много от тези ракетни устройства е, че са толкова грамадни и тежки, че никога не биха могли да бъдат изградени на Земята. Ето защо някои учени предлагат да бъдат изградени в открития космос, където безтегловността би направила възможно повдигането с лекота на невероятно тежки предмети от астронавтите. Но критиците изтъкват възпиращо високите цени на монтажа в открития космос. Международната космическа станция например ще изисква повече от сто изстрелвания на совалки за пълния монтаж и цената ѝ е скочила на 100 милиарда долара. Това е най-скъпият научен проект в историята. Изграждането на междузвездно космическо платно или на постояннотоков въздушнореактивен двигател, използващ загребване, ще струва в пъти повече.

Но както обичал да казва научният фантаст Робърт Хайнлайн: „Ако успеете да стигнете на разстояние 160 километра над Земята, вие сте на половината път до всяка точка в Слънчевата система.“ Ето защо първите 160 километра от всяко изстрелване, когато ракетата се мъчи да избяга от гравитационното притегляне на Земята, струват най-скъпо. След това един ракетен кораб може едва ли не да се придвижва без усилие към Плутон и отвъд него.

В бъдеще понижаването на цените ще стане с разработването на космически асансьор. Идеята за изкачване по въже до небето е стара. Тя е развита например във вълшебната приказка „Джак и бобеното стъбло“, но може да се превърне в реалност, ако въжето бъде изпратено далеч в Космоса. В такъв случай центробежната сила на земното въртене ще бъде достатъчна за неутрализирането на силата на гравитационното притегляне, затова въжето няма да падне никога. То

ще се издига като по магия вертикално във въздуха и ще изчезва в облаците. (Представете си топче, което се върти върху струна. Топчето като че ли не се поддава на гравитационното притегляне, защото центробежната сила го изблъсква от центъра на въртене. По същия начин едно много дълго въже ще виси във въздуха заради въртеливото движение на Земята.) Няма да бъде необходимо нищо, което да крепи въжето, освен въртеливото движение на Земята. Теоретично един човек може да се покатери по въжето и да се издигне в Космоса. Понякога даваме на студентите, които посещават курсовете по физика в Градския университет в Ню Йорк, задачата да изчислят напрежението, което ще се оказва върху подобно въже. Лесно е да се покаже, че напрежението върху въжето ще бъде достатъчно за счупването дори на стоманен кабел, ето защо конструирането на космически асансьор отдавна е било смятано за невъзможно.

Първият учен, който проучва сериозно идеята за космически асансьор, е руският визионер в науката Константин Циолковски. През 1895 г., вдъхновен от Айфеловата кула, той си представил кула, която се издигала в Космоса, свързвайки Земята с „небесен замък“ в Космоса. Тя щяла да бъде изградена отдолу нагоре, започвайки на Земята, и инженерите бавно щели да издигнат космическия асансьор в небесата.

През 1957 г. руският учен Юрий Арцутанов предлага ново решение: космическият асансьор да бъде изграден в обратен ред, отгоре-надолу, започвайки от открития космос. Той си представил спътник в геостационарна орбита на 36 000 мили (около 65 000 км) в Космоса, където щял да изглежда неподвижен, и от който хората щели да спуснат кабел към Земята. След това кабелът щял да бъде прикрепен за земята. Но въжето за космическия асансьор трябвало да бъде в състояние да издържи приблизително напрежение от 60–100 гигапаскала (Гра). Стоманата се троши при около 2 Гра, което прави идеята неосъществима.

Идеята за космически асансьор стига до много по-широка публика с публикуването на романа на Артър Ч. Кларк от 1979 г. „Фонтаните на рая“ и романа на Робърт Хайнлайн от 1982 г. „Фрайди“. Но без да е постигнат някакъв допълнителен напредък, идеята угасва.

Положението се променя значително, когато химиците разработват въглеродните нанотръби. Изведнъж интересът е разпален

от работата на Сумио Ииджима от „Нипон Илектрик“ през 1991 г. (въпреки че данните за въглеродните нанотръби в действителност датират от 50-те години на ХХ в. — факт, пренебрегнат навремето.) Забележително е, че нанотръбите са много по-здрави от стоманените кабели, а също и много по-леки. Всъщност те притежават якост, превишаваща тази, която е необходима за поддържането на един космически асансьор. Учените смятат, че нишка от въглеродни нанотръби може да издържи налягане от 120 Гра, което е доста над точката на максималното напрежение. Това откритие съживява опитите за създаване на космически асансьор.

През 1999 г. в изследване на NASA се разглежда въпросът за космическия асансьор. В него изследователите си представят тясна ивица, широка около 1 метър и дълга около 47 000 километра, която е в състояние да транспортира около 15 тона полезен товар в земната орбита. Такъв космически асансьор би могъл да промени икономиката на космическите пътувания за една нощ. Цената може да бъде намалена десет хиляди пъти, което би било революционна промяна.

Понастоящем са необходими 10 000 долара или още по-голяма сума, за да бъде изпратен един фунт (0,453 кг) материал в орбита около Земята (което е горе-долу колкото цената на златото, ако ги сравняваме унция за унция). Всяка мисия на Космическата совалка например струва цели 700 милиона долара. Един космически асансьор може да намали цената на доставката на един долар за фунт. Подобно радикално понижаване на цената на космическата програма може да революционизира начина, по който гледаме на пътуванията в Космоса. С едно обикновено натискане на копчето на асансьора човек би могъл по принцип да се отпрати на разходка с асансьор в открития космос на цената на един билет за самолет.

Но преди да изградим космически асансьор, с който можем да изменим определен път в небето, трябва да бъдат преодолени огромни практически трудности. Понастоящем чистите нишки от въглеродни нанотръби, създадени в лабораторни условия, са дълги не повече от 15 милиметра. За да направим космически асансьор, ще трябва да създадем кабели от въглеродни нанотръби, дълги хиляди мили. Въпреки че от научна гледна точка това е само технически проблем, той трябва да бъде решен на практика, ако искаме да направим космически асансьор. Все пак много учени смятат, че за няколко

десетилетия ще бъдем в състояние да овладеем технологията за създаване на дълги кабели от въглеродни нанотръби.

Второ, микроскопичните примеси във въглеродните нанотръби биха могли да направят проблематичен един дълъг кабел. По изчисления на Никола Пуньо от Политехниката в Торино, Италия, ако в една въглеродна нанотръба има дори един атом, който е подреден неправилно, нейната якост може да бъде намалена с 30 процента. Дефекти с големината на атом ще намалят здравината на кабел от нанотръби с цели 70 процента, смъквайки я под минимума гигапаскали на якостта, която е необходима за поддържането на космически асансьор.

За да стимулира предприемчивия интерес към космическия асансьор, NASA финансира две отделни награди. (Наградите се дават по модела на носещата десет милиона долара X-награда на Ансари, която стимулира успешно инициативните изобретатели да създадат комерсиални ракети, които да бъдат в състояние да превозват пътници до границата с Космоса. X-наградата беше спечелена от Космически кораб Едно през 2004 година.) Наградите, които предлага NASA, се наричат Лъчево-енергийното предизвикателство и Въженото предизвикателство. В Лъчево-енергийното предизвикателство екипите трябва да изпратят механично устройство, тежащо поне 25 килограма, по въже (увиснало от кран) със скорост от 1 метър в секунда на разстояние 50 метра. Това може да изглежда лесно, но уловката се крие в обстоятелството, че устройството не може да използва гориво, батерии или електрически шнур. Вместо това роботното устройство се захранва с енергия от слънчеви модули, подредени в редици, от слънчеви отражатели, лазери или източници на микровълнова енергия, които са по-подходящи за употреба в открития космос.

Във Въженото предизвикателство екипите трябва да произведат въжета, дълги 2 метра, които да не тежат повече от 2 грама и да пренасят 50 процента повече тегло от най-качественото въже от предишната година. Предизвикателството цели да стимулира изследванията в областта на разработването на материали с ниско тегло, които са достатъчно здрави, за да издържат напрежение по протежение на 100 000 километра в Космоса. Има награди на стойност 150 000 долара, 40 000 долара и 10 000 долара. (За да се подчертае

трудността при справянето с това предизвикателство, през 2005 г. — първата година на състезанието, никой не спечели награда.)

Въпреки че един сполучлив космически асансьор може да революционизира космическата програма, подобни машини крият свои собствени рискове. Например, траекторията на летящите близо до Земята спътници се променя постоянно, докато те се движат в орбита около Земята (това се дължи на факта, че Земята се върти под тях). Това означава, че рано или късно спътниците ще се сблъскат с космическия асансьор със скорост от 18 000 мили (около 32 000 км) в час, което е достатъчно за скъсването на въжетото. За да се предотврати такава катастрофа, в бъдеще или спътниците ще трябва да бъдат проектирани да включват малки ракети, така че да могат да извършат маневра около космическия асансьор; или пък въжетото на асансьора може би трябва да бъде оборудвано с малки ракети за избягване на преминаващите покрай него спътници.

Сблъсъците с микрометеорити също са проблем, тъй като космическият асансьор ще бъде разположен доста над земната атмосфера, а обикновено тя ни пази от метеорите. Тъй като сблъсъците с микрометеорити са непредсказуеми, космическият асансьор трябва да бъде изграден с добавена защитна система и може би дори с резервни системи, които да предупреждават за повреди. Проблеми могат да изникнат и от ефектите на турбулентните метеорологично-времеви модели на Земята като ураганите, приливните вълни и бурите.

ЕФЕКТЪТ НА ПРАШКАТА

Друг непознат досега способ за задвижването на един обект със скорост, близка до тази на светлината, е използването на ефекта на „прашката“. Когато изпраща космически сонди към външните планети, понякога NASA ги завърта около някоя съседна планета. Така тя използва ефекта на прашката, за да повиши тяхната скорост. По този начин NASA пести ценно ракетно гориво. Именно така космическият кораб „Вояджър“ успя да стигне до Нептун, който е разположен почти до самия край на Слънчевата система.

Принстънският физик Фрийман Дайсън предлага в далечното бъдеще да открием две неутронни звезди, които се въртят една около друга с голяма скорост. Като застанем съвсем близо до едната от тези неутронни звезди, можем да профучим около нея, след което ще бъдем

запратени в Космоса със скорост, близка до една трета от скоростта на светлината. Фактически ще използваме гравитационното притегляне, за да ни придаде допълнителен тласък, така че почти да достигнем скоростта на светлината. На хартия това би могло да свърши работа.

Други предлагат да профучим около нашето собствено слънце, за да увеличим скоростта си до такава степен, че тя да се приближи до скоростта на светлината. Всъщност този метод е използван в „Стар Трек IV: Завръщане на Земята“, където екипажът на „Ентърпрайс“ отвлича един клингонски кораб и след това долита близо до Слънцето, за да преодолее светлинната бариера и да се върне назад във времето. Във филма „Когато световите се сблъскат“ Земята е заплашена от сблъсък с астероид и учените я отклоняват, като конструират гигантско виенско колело. Един ракетен кораб се спуска от виенското колело и достигайки висока скорост, профучава около долната част на колелото и се взривява в Космоса.

На практика обаче нито един от тези методи за използване на гравитационното притегляне за ускоряване на движението в Космоса няма да свърши работа. (Заради запазването на енергията, когато се спускаме по виенско колело и след това се издигаме отново по него, накрая се оказваме със *същата* скорост като тази, с която сме започнали движението и затова не печелим каквато и да е енергия. По същия начин, след като профучим около неподвижното Слънце, се оказваме със *същата* скорост като тази, с която сме започнали първоначално движението си.) Причината, поради която методът на Дайсън за използване на две неутронни звезди може да свърши работа, е, че неутронните звезди се движат много бързо. Космически кораб, който използва ефекта на прашката, получава енергията си от движението на една планета или звезда. Ако те са неподвижни, няма никакъв ефект на прашката.

Въпреки че предложението на Дайсън може да свърши работа, то няма да помогне на днешните учени, които са приковани към Земята, защото ще ни трябва междузвезден кораб само за да посетим въртящите се неутронни звезди.

РЕЛСОВИ ОРЪДИЯ КЪМ НЕБЕСАТА

Друг изобретателен метод за запращане на обекти в Космоса с фантастична скорост е релсовото оръдие, което Артър Ч. Кларк и

други фантасти са описали в своите научнофантастични приказки и което също е детайлно проучено като част от ракетния щит „Звездни войни“.

Вместо да използва ракетно гориво или барут за придаването на висока скорост на една ракета, релсовото оръдие използва енергията на електромагнетизма.

В най-простата си форма едно релсово оръдие се състои от две успоредни жици или релси, с ракета, която възсяда и двете жици, образувайки U-образна конфигурация. Още Майкъл Фарадей е знаел, че електрическият ток ще бъде подложен на въздействието на сила, когато протича в магнитно поле. (Всъщност това е основата на всички електрически двигатели.) Когато се изпращат милиони амperi електрическа енергия по тези жици и през ракетата, около релсите се създава огромно по сила магнитно поле. После това магнитно поле задвижва ракетата по релсите с огромна скорост.

Релсови оръдия са изстрелвали успешно метални обекти с огромна скорост на изключително къси разстояния. На теория обаче едно обикновено релсово оръдие е в състояние да изстреля метална ракета със скорост от 18 000 мили (около 32 000 км) в час така, че тя да излезе в орбита около Земята. По принцип целият ракетен флот на NASA би могъл да бъде заменен с релсови оръдия, които да изстрелват от Земята полезни товари в орбита.

Релсовото оръдие притежава едно значително преимущество пред химическите ракети и оръдия. В една пушка крайната скорост, с която разширяващите се газове могат да изстрелят един куршум, е ограничена от скоростта на шокните вълни. Въпреки че Жул Верн използва барут, за да изстрелва астронавти към Луната в своята класическа приказка „От Земята до Луната“, човек може да изчисли, че крайната скорост, която човек може да достигне с помощта на барута, е само минимална част от скоростта, която е необходима да изпратите нещо на Луната. Релсовите оръдия обаче не са ограничени от скоростта на шокните вълни.

Но и релсовото оръдие е изправено пред проблеми. То увеличава скоростта на обектите толкова бързо, че обикновено те се сплескват при съприкосновение с въздуха. Полезните товари биват деформирани сериозно в процеса на изстрелване от цевта на релсово оръдие, защото когато ракетата влезе в досег с въздуха, тя сякаш се удря в тухлена

стена. Освен това огромното увеличаване на скоростта на полезния товар по релсите е достатъчно за тяхното деформиране. Релсите трябва да бъдат подменяни често заради повредите, причинявани от ракетата. Нещо повече, Г-силите, упражнявани върху един астронавт, ще бъдат достатъчни, за да го убият, тъй като ще строят лесно всички кости в неговото тяло.

Едно от предложенията е да бъде инсталирано релсово оръдие на Луната. Извън земната атмосфера ракетата, изстреляна от едно релсово оръдие, може да лети без усилие през вакуума на открития космос. Но дори тогава огромното ускорение, развивано от релсовото оръдие, би могло да повредят полезния товар. В известен смисъл релсовите оръдия са противоположността на лазерните платна, които развиват своята крайна скорост в течение на дълъг период от време. Релсовите оръдия са ограничени, защото пакетират прекалено много енергия в твърде малко пространство.

Релсови оръдия, които могат да изстрелват обекти към близките звезди, биха били твърде скъпи. Едно от предложенията е релсово оръдие да бъде изградено в открития космос, като се позиционира на две трети от разстоянието от Земята до Слънцето. Колектор ще съхранява енергията, получена от Слънцето, и след това ще изстрелва внезапно тази енергия в релсовото оръдие, което ще изпраща десеттонен полезен товар със скорост, достигаща една трета от скоростта на светлината, с ускорение от 5 000 g. Не е учудващо, че само най-твърдите работни полезни товари ще бъдат в състояние да оцелеят при такова огромно ускорение.

ОПАСНОСТИТЕ ПРИ ПЪТУВАНЕТО В КОСМОСА

Разбира се, пътуването в Космоса не е неделен пикник. Огромни опасности очакват полетите с екипаж до Марс или отвъд него. Животът на Земята е бил защитаван в продължение на милиони години. Озоновият слой на планетата предпазва Земята от ултравиолетовите лъчи, нейното магнитно поле осигурява защита срещу слънчевите изригвания и космическите лъчи, а дебелият ѝ атмосфера ни пази от метеоритите, които изгарят при навлизане в нея. Приемаме за нещо, което се подразбира от само себе си, меките температури и въздушното налягане, характерни за Земята. Но дълбоко в Космоса трябва да се изправим пред реалността, че в по-голямата

част от Вселената цари бъркотия, в която се носят смъртоносни радиационни пояси и рояци от гибелни метеорити.

Първият проблем, който трябва да бъде решен по време на продължителното пътуване в Космоса, е проблемът с безтегловността. Дългосрочните проучвания на безтегловността от руснаците показват, че тялото губи ценни минерали и вещества в Космоса много по-бързо, отколкото се е очаквало. Дори при изпълнението на сурова програма от физически упражнения, след като прекарват една година на космическата станция, костите и мускулите на руските космонавти атрофирали толкова, че те едва могат да пълзят като бебета, когато се връщат на Земята. Мускулната атрофия, нарушенията в скелетната система, намаленото производство на червени кръвни телца, послабият имунен отговор, пониженото функциониране на сърдечносъдовата система, изглежда, са неизбежните последици от продължителната безтегловност в Космоса.

Мисиите до Марс, които продължават от няколко месеца до година, ще достигнат самите граници на издръжливостта на астронавтите. В случая с дългосрочните мисии до близки звезди този проблем може да се окаже фатален. Междузвездните кораби в бъдеще може би ще трябва да се въртят, създавайки изкуствена гравитация чрез центробежни сили, за да бъде поддържан човешкият живот. Това приспособяване би повишило много цената и сложността на бъдещите междузвездни кораби.

Второ, присъствието на микрометеорити в Космоса, които се движат с десетки и десетки хиляди мили в час, налага оборудването на междузвездните кораби с допълнителни предпазни устройства. Щателното изследване на корпуса на космическата совалка е разкрило доказателства за няколко съвсем слаби, но потенциално смъртоносни удари от миниатюрни метеорити. В бъдеще междузвездните кораби трябва да бъдат оборудвани със специална двойно подсилена камера за екипажа.

Радиационните равнища дълбоко в Космоса са много по-високи, отколкото се е смятало преди. По време на единадесетгодишния цикъл на слънчевото петно например слънчевите изригвания изпращат огромни количества смъртоносна плазма, които се устремяват към Земята. В миналото това явление принуждаваше астронавтите на космическата станция да потърсят специална защита срещу

потенциално смъртоносния преграден огън от субатомни частици. Разходките в Космоса по време на такива слънчеви изригвания са фатални. (Дори извършването на обикновено пътуване със самолет от Лос Анджелис до Ню Йорк например ни излага на около един милирем радиация за час от полета. По време на нашето пътуване сме изложени на почти зъболекарска доза рентгеново излъчване.) Дълбоко в Космоса, където атмосферата и магнитното поле на Земята вече не ни предпазват, излагането на радиация може да се окаже сериозен проблем.

ЛЕТАРГИЯ

Според последователния обзор на ракетните устройства, които представих досега, дори ако можехме да конструираме такива междузвездни кораби, щяха да бъдат необходими десетилетия или векове за достигането на близките звезди. Щеше да се наложи подобна мисия да включва екипаж, чиито потомци след поколения да достигнат накрая определената цел.

Във филми като „Пришълецът“ и „Планетата на маймуните“ се предлага пътешествениците в Космоса да изпаднат в летаргия, т.е. тяхната телесна температура да бъде понижена дотолкова, че телесните функции почти да замрат. Животните, които спят зимен сън, правят това всяка година през зимата. Някои риби и жаби след като бъдат дълбоко замразени в леден блок, са в състояние да се разтопят и съживят, когато температурата се покачи.

Биолози, изследвали любопитното явление, смятат, че животните притежават способността да създават естествен „антифриз“, който понижава точката на замръзване на водата. Този естествен антифриз се състои от определени протеини в рибите и от глюкоза в жабите. Насищайки своята кръв с тези протеини, рибите могат да оцелеят в Арктика при около -2°C . Жабите са развили способността да поддържат високи равнища на глюкоза, като по този начин предотвратяват образуването на ледени кристали. Въпреки че телата им изглеждат дълбоко замразени отвън, те не са замръзнали отвътре, което позволява на телесните им органи да продължават да работят, макар и със забавен темп.

Има проблеми обаче с приспособяването на бозайниците към подобни условия. Когато човешка тъкан бъде замразена, вътре в

клетките се образуват ледени кристали. Тези ледени кристали нарастват, проникнат в стените на клетките и ги унищожават. (Знаменитостите, които искат главите и телата им да бъдат замразени в течен азот след тяхната смърт, трябва добре да си помислят, преди да пожелаят това.)

Независимо от това неотдавна беше осъществен напредък в предизвикването на временна летаргия при бозайници (мишки, прасета и кучета), които в естествени условия не спят зимен сън. През 2005 г. учени в Питсбъргския университет успяха да съживят кучета, след като кръвта им беше източена и заменена със специален леденостуден разтвор. След като изпаднаха в клинична смърт в продължение на три часа, кучетата бяха върнати към живота, след като сърдечната им дейност беше подновена. (Въпреки че повечето кучета останаха здрави след тази процедура, част от тях страдаха от мозъчни увреждания.)

През същата година учените осъществиха експеримент, при който поставиха мишки в камера, съдържаща водороден сулфид, и понижиха успешно тяхната телесна температура до 13°C за шест часа. Скоростта на метаболизма на мишките спадна десетократно. През 2006 г. лекарите в Масачузетската обща болница в Бостън накараха прасета и мишки да изпаднат в летаргично състояние, използвайки водороден сулфид.

В бъдеще такива процедури може би ще спасяват живота на хора, преживели тежки инциденти или получили инфаркт, по време на който всяка секунда е от значение. Изкуствено предизвиканата летаргия ще позволи на лекарите да „замразят времето“, докато се изнамери начин пациентите да бъдат лекувани. Но може би ще изминат десетилетия или още повече време, преди да стане възможно подобни техники да бъдат прилагани при астронавти, на които може да им се наложи да пребивават в състояние на летаргия в продължение на векове.

НАНОКОРАБИ

Има няколко други начина, по които бихме могли да стигнем до звездите посредством по-напреднали, недоказали засега ефективността си технологии, които граничат с научната фантастика. Според едно обещаващо предложение трябва да използваме сонди без екипаж, основани на нанотехнологиите. Дотук аз приемах, че междузвездните

кораби трябва да бъдат чудовищни устройства, които изразходват огромни количества енергия и са в състояние да закарат голям екипаж от човешки същества до звездите подобно на междузвездния кораб „Ентърпрайс“ в „Стар Трек“.

Но пред нас се разкрива една по-правдоподобна възможност: първоначално да изпратим миниатюрни сонди без екипаж до далечни звезди, които развиват скорост, близка до тази на светлината. Както споменахме по-рано, в бъдеще, с помощта на нанотехнологиите, ще е възможно създаването на съвсем малък космически кораб, който използва енергията на машини с големината на атоми и молекули. Йоните са леки и лесно могат да развият скорост, близка до тази на светлината, с помощта на обикновени волтажи, използвани в лабораторни условия. Вместо огромни ракети носители, те могат да бъдат изпратени в Космоса със скорост, близка до тази на светлината, като бъдат използвани мощни електромагнитни полета. Това означава, че ако един нанобот бъде йонизиран и поставен в електрическо поле, той би могъл без усилие да развие скорост, близка до тази на светлината. След това наноботът би се отправил по пътя си към звездите, тъй като в Космоса няма триене. По този начин много от проблемите, пред които са изправени големите междузвездни кораби, биват решени незабавно. Интелигентните наноботни междузвездни кораби без екипаж биха могли да стигнат до близките звездни системи за нищожно малка част от цената на построяването и изстрелването на един огромен междузвезден кораб, превозващ екипаж от хора.

Такива нанокораби биха могли да стигат до близките звезди, или както предлага пенсионираният астронавт и инженер от Военновъздушните сили на САЩ Джералд Нордли, да бутат едно слънчево платно, за да го задвижат през Космоса. Нордли казва: „Ако разполагате със съзвездие от космически кораби с големината на глава на топлийка, които летят във формация и комуникират помежду си, на практика можете да ги бутате напред с джобно фенерче.“^[3]

Но нанокорабите са изправени пред някои предизвикателства. Те лесно биха могли да бъдат отклонени от пътя си от попятни електрически и магнитни полета в открития космос. За да противодейства на тези сили, човекът трябва да увеличи скоростта на нанокорабите до много високи волтажи на Земята. Второ, трябва да изпратим милионни ескадрили от тези наноботни междузвездни

кораби, за да гарантираме, че шепа от тях действително ще се доберат до крайната цел. Изпращането на междувездни кораби, които да изследват най-близките звезди, може да изглежда екстравагантно, но подобни кораби биха били евтини и биха могли да бъдат произведени серийно в милиарди екземпляри, така че поне една малка част от тях да достигне целта.

Как биха могли да изглеждат тези нанокораби? Дан Голдин, бивш директор на NASA, си представя флот от космически кораби „с големината на кутия кока-кола“. Други говорят за междувездни кораби с размера на игли. Пентагонът проучва възможността за разработването на „умен прах“ — частици с големината на прах, съдържащи в себе си съвсем малки сензори, които се разпръсват из бойното поле и предават на командирите информация в реално време. Можем да си представим, че в бъдеще такъв „умен прах“ ще бъде изпращан на близките звезди.

Схемата на електрическите вериги на наноботите с големината на прах ще бъде направена чрез същите техники за гравирание, които се използват в полупроводниковата индустрия, която може да създава компоненти с големината на 30 нм (нанометра) или с приблизителен диаметър от около 150 атома. Тези наноботи могат да бъдат изстрелвани от Луната чрез релсови оръдия или дори от ускорители, които редовно изпращат субатомни частици със скорост, която почти достига скоростта на светлината. Устройствата ще бъдат толкова евтини, че ще направят възможно изстрелването на милиони от тях в Космоса.

Щом достигнат близка звездна система, наноботите ще кацнат на някоя пуста луна. Заради ниската гравитация на луната един нанобот ще може да каца и да излита с лекота. Като се има предвид постоянната среда, която му осигурява луната, това ще направи от нея идеална база за операции. Наноботът би могъл да изгради нанозавод, като използва минералите, срещани на луната, и да направи мощна радиостанция, която да излъчва информация към Земята. Или пък да бъде проектиран така, че да създава милиони свои копия, които да изследват слънчевата система и да се отправят към други съседни звезди, повтаряйки процеса. Тъй като тези кораби ще бъдат роботи, няма да има нужда от обратно пътуване до дома, щом предадат по радиото своята информация.

Наноботът, който описах току-що, понякога бива наричан сонда на фон Нойман, по името на известния математик Йохан фон Нойман, разработил математиката за самовъзпроизвеждащите се машини на Тюринг. По принцип такива самовъзпроизвеждащи се наноботни междузвездни кораби биха могли да изследват цялата галактика, а не само близките звезди. Накрая е възможно създаването на сфера от трилиони роботи, които се увеличават експоненциално, докато големината ѝ нараства, разширявайки се почти със скоростта на светлината. Наноботите в сферата биха могли да колонизират цялата галактика за няколкостотин хиляди години.

Един електроинженер, който приема много сериозно идеята за нанокорабите, е Брайън Гилкрис от Мичиганския университет. Неотдавна той получи 500 000 долара от Института за напреднали изследвания към NASA, за да проучи идеята за изграждане на нанокораби с двигатели, не по-големи от бактерия. Той си представя използването на същата технология за гравирание, която се използва в полупроводниковата индустрия за създаването на флот от няколко милиона нанокораби, които да се задвижват чрез изхвърлянето на наночастици с диаметър няколко десетки нанометра. Тези наночастици ще се енергизират чрез преминаването през електрическо поле, както става в един йонен двигател. Тъй като всяка наночастица има тегло, хиляди пъти по-голямо от това на един йон, двигателите ще пакетират много повече тяга от йонния двигател. По този начин двигателите на нанокораба ще имат същите предимства като него, като изключим факта, че ще генерират много повече тяга. Гилкрис вече е започнал да гравира някои от частите за тези нанокораби. Засега той може да пакетира 10 000 отделни тласкача върху един-единствен силициев чип, чийто диаметър достига 1 сантиметър. Като начало Гилкрис си представя изпращането на флота от нанокораби из цялата Слънчева система за тестване на ефективността им. Тези нанокораби биха могли да станат част от първия флот, чиято цел е достигането на далечни звезди.

Предложението на Гилкрис е една от футуристичните идеи, които активно се разглеждат от NASA. След няколко десетилетия, прекарани в бездействие, неотдавна NASA започна да обмисля сериозно различни предложения за междузвездни пътувания, които варират от правдоподобното до фантастичното. От началото на 90-те

години на XX в. NASA стана домакин на ежегодния Симпозиум по въпросите на напредналите изследвания на задвижването в Космоса, по време на който тези технологии бяха анализирани от екипи от инженери и физици. Още по-амбициозна е програмата за пробив в областта на физиката на задвижването, която изследва мистериозния свят на квантовата физика, имащ връзка с междузвездните пътувания. Въпреки че все още няма консенсус, голяма част от дейността по програмата е съсредоточена върху водещите технологии — лазерното платно и различните версии на ракетите, използващи ядрен синтез.

Като се има предвид бавният, но постоянен напредък в областта на проектите за междузвездни кораби, разумно е да допуснем, че първата сонда без екипаж от някаква разновидност може да бъде изпратена към близките звезди по-късно през този век или в началото на следващото столетие, което ги включва в Клас I на невъзможните неща.

Най-убедителният проект за междузвезден кораб обаче включва използването на антиматерия. Въпреки че звучи като твърдение от сферата на научната фантастика, антиматерия вече е била създавана на Земята и един ден тя може да осигури най-обещаващия проект за пилотиран междузвезден кораб, който наистина върши работа.

[1] Какъ. *Hyperspace*, с. 302. ↑

[2] Материал, който се използва, за да задвижи даден обект. — Б.пр. ↑

[3] Gilster, с. 242. ↑

10. АНТИМАТЕРИЯ И АНТИВСЕЛЕНИ

Най-възнуващата фраза в науката, която може да бъде чута, фразата, с която обявяваме откритията си, не е „Еврика“ (Открих!), а „Колко забавно...“

Айзък Азимов

Ако един човек не споделя нашите убеждения, казваме, че е чуждак, и това изчерпва въпроса. Искам да кажа, че го изчерпва, защото днес не можем да го изгорим на клада.

Марк Твен

Можете да разпознаете един първооткривател по стрелите в гърба му.

Бевърли Рубик

В книгата на Дан Браун „Шестото клеймо“ — бестселъра, предшественик на „Шифърът на Леонардо“, малка банда от екстремисти — илюминатите, е устроила заговор за взривяването на Ватикана с използването на антиматерийна бомба, открадната от ЦЕРН, ядрена лаборатория извън Женева. Конспираторите знаят, че когато материята и антиматерията влязат в контакт, настъпва грандиозна експлозия, много пъти по-мощна от тази, предизвикана от една водородна бомба. Въпреки че антиматерийната бомба е чиста измислица, антиматерията е съвсем реално съществуваща.

Една атомна бомба, въпреки цялата си колосална мощ, има ефективност само от около 1 процент. Една съвсем малка частица от урана се превръща в енергия. Но ако бъде конструирана антиматерийна бомба, тя ще преобразува 100 процента от своята маса в енергия, което я прави далеч по-ефикасна от атомната бомба. (Или по-точно казано, около 50 процента от материята в една антиматерийна

бомба ще се превърне в използвана експлозивна енергия. Остатъкът ще бъде отнесен под формата на неоткриваеми частици, наричани неутрино.)

Антиматерията отдавна се е превърнала в център на напрегнати обсъждания. Въпреки че не съществува антиматерийна бомба, физиците са в състояние да използват своите мощни атомни ускорители, за да създават незначителни количества антиматерия за изследователски цели.

ПРОИЗВОДСТВО НА АНТИАТОМИ И АНТИХИМИЯ

В началото на ХХ в. физиците осъзнали, че атомът се състои от заредени субатомни частици с електрони (с отрицателен заряд), които се движат в кръг около съвсем малко ядро (с положителен заряд). На свой ред ядрото се състояло от протони (които носели положителен заряд) и неутрони (които били електрически неутрални).

Затова през 30-те години научният свят изпаднал в силен шок, когато физиците осъзнали, че всяка частица има близкачка — античастица, но с противоположен заряд. Първата античастица, която била открита, бил антиелектронът (наречен позитрон), който има положителен заряд. Позитронът е идентичен с електрона във всички отношения, като изключим това, че носи противоположния заряд. Той бил открит за първи път във фотографии на космически лъчи, направени в облачна камера. (Следите от позитрони се забелязват твърде лесно в такава камера. Когато бъдат поставени в мощно магнитно поле, те се прегъват в противоположна посока в сравнение с обикновените електрони. Всъщност аз фотографирах такива следи от антиматерия, още докато учех в гимназията.)

През 1955 г. Беватрон — ускорителят на частици в Калифорнийския университет в Бъркли, произвел първия антипротон. Както се очаквало, той бил идентичен с протона във всички отношения, като изключим факта, че имал отрицателен заряд. Това означава, че по принцип човек може да създава антиатоми (с позитрони, които се движат около антипротоните). Антиелементите, антихимията, антихората, антиземите и дори антивселените са теоретично възможни.

Понастоящем гигантските ускорители на частици в ЦЕРН и в лабораторията „Ферми“, близо до Чикаго, са в състояние да създадат

незначителни количества антиводород. (Това става чрез взривяване на лъч от високоенергийни протони с цел използването на ускорители на частици, като по този начин бива създаден сноп от субатомни отломки. Мощни магнити отделят антипротоните, кр̀то се забавят до много ниски скорости и след това се излагат на въздействието на антиелектроните, които се излъчват по естествен път от натрий–22. Когато антиелектроните се движат в орбита около антипротоните, те създават антиводород, т̀й като водородът е съставен от един протон и един електрон.) В чист вакуум тези антиатоми могат да съществуват вечно. Но заради примесите и сблъсъците със стената накрая се удрят в обикновените атоми и се анихилират, отделяйки енергия.

През 1995 г. ЦЕРН влезе в историята, когато обяви, че е създал девет антиводородни атома. Лабораторията „Ферми“ скоро последва примера, като произведе сто атома антиводород. По принцип няма нищо, което да ни попречи да създадем елементи с по-висока атомна маса, като изключим зашеметяващата цена. Производството дори на няколко унции антиатоми би довело до банкрут всяка нация. Сегашното равнище на производство на антиматерия варира между една милиардна част и десет милиардни части от един грам на година. Продукцията може да нарасне трикратно до 2020 година. Икономиката на антиматерията е много слаба. През 2004 г. производството на няколко трилионни от един грам антиматерия е струвало на ЦЕРН 20 милиона долара. При това равнище на производство произвеждането на един-единствен грам антиматерия ще струва 100 квадрилона долара, а антиматерийният завод ще трябва да работи непрекъснато в продължение на 100 милиарда години! Това прави от антиматерията най-скъпата субстанция в света.

„Ако можехме да съберем на едно място цялата антиматерия, която сме произвели в ЦЕРН досега и я анихилираме с материя — гласи едно твърдение на ЦЕРН, — ще разполагаме с достатъчно енергия, за да държим запалена една-единствена електрическа крушка в продължение на няколко минути.“ Работата с антиматерия предизвиква непознати досега проблеми, т̀й като всеки контакт между материята и антиматерията води до експлозия. Поставянето на антиматерия в обикновен контейнер би било равносилно на самоубийство. Когато антиматерията влезе в досег със стените, тя ще избухне. Така че как да работи човек с антиматерия, ако тя е толкова

избухлива? Единият от начините за това е антиматерията първоначално да бъде йонизирана в газ от йони, а след това да бъде държана в „магнитна бутилка“ с оглед безопасност. Магнитното поле би попречило на антиматерията да влезе в досег със стените на камерата.

За да бъде изграден антиматериен двигател, постоянна струя от антиматерия трябва да бъде поддържана в реакционна камера, където ако бъде смесена с обикновена материя, ще предизвика контролирана експлозия, подобна на експлозията, създавана при химическите ракети. Йоните, създадени от тази експлозия, след това ще бъдат изхвърлени от единия край на антиматериината ракета, като по този начин ще я задвижват. Заради ефективността на антиматерииния двигател при преобразуването на материята в енергия, на теория това е един от най-перспективните проекти за двигатели на бъдещите междузвездни кораби. В сериала „Стар Трек“ антиматерията е източникът на енергията на „Ентърпрайс“. Неговите двигатели се енергизират от контролираното сблъскване на материя с антиматерия.

АНТИМАТЕРИЙНА РАКЕТА

Един от главните защитници на идеята за антиматерииня ракета е физикът Джералд Смит от Пенсилванския щатски университет. Той смята, че в краткосрочен план малко количество от 4 мг позитрони например ще бъде достатъчно, за да закара антиматерииня ракета до Марс само за няколко седмици. Ученият отбелязва, че енергията, пакетирана в антиматерията, е около един милиард пъти по-голяма от енергията, пакетирана в обикновеното ракетно гориво.

Първата стъпка към създаването на това гориво би било създаването на снопове от антипротони посредством ускорител на частици и след това съхраняването им в „капана на Пенинг“, който Смит изгражда. Когато бъде изграден, капанът на Пенинг ще тежи 220 фунта (около 100 кг като голяма част от него ще се състои от течен азот и течен хелий) и ще съхранява около един трилион антипротони в магнитно поле. (При много ниски температури вълновата дължина на антипротоните е няколко пъти по-голяма от вълновата дължина на атомите в стените на контейнера, затова антипротоните предимно ще отскачат от стените, без да се анихилират.) Той твърди, че този капан на Пенинг ще бъде в състояние да съхранява антипротони в

продължение на около пет дни (докато накрая те се анихилират, като се смесят с обикновени атоми). Капанът на Пенинг трябва да бъде в състояние да съхранява около една милиардна част от един грам антипротони. Целта на Смит е да направи капан, който да съхранява цял микрограм антипротони.

Въпреки че антиматерията е най-скъпата субстанция на Земята, нейната цена продължава да спада драстично всяка година (1 г би струвал около 62,5 трилиона долара по днешните цени). Нов инжектор на частици, който се изгражда в лабораторията „Ферми“, трябва да бъде в състояние да увеличи продукцията на антиматерия десетократно, като повишава произведеното количество от 1,5 на 15 нанограма на година. Това ще понижи цените. Но Харолд Гериш от NASA смята, че с помощта на допълнителните подобрения цената ще спадне до реалистичните 5 000 долара на микрограм. Доктор Стивън Хауи от „Синерджистикс Текнолъджис“ в Лос Аламос, Ню Мексико, твърди: „Нашата цел е да прехвърлим антиматерията от далечното царство на научната фантастика в използваемото за търговски цели царство на транспортирането и приложението ѝ в медицината.“^[1]

Засега ускорителите на частици, които могат да произвеждат антипротони, не са проектирани специално за тази цел и капацитетът им е напълно недостатъчен. Те са проектирани предимно да служат като изследователски инструменти, а не да бъдат заводи за производство на антиматерия. Ето защо Смит си представя изграждането на нов ускорител на частици, който ще бъде проектиран специално да произвежда големи количества антипротони, което ще понижи цената.

Ако е възможно цените на антиматерията да бъдат смъкнати още повече от техническите усъвършенствания и масовото производство, според Смит ще настъпи време, когато антиматерийната ракета ще станат средство за извършване на междупланетни и междузвездни пътувания. Дотогава обаче антиматерийните ракети ще останат на чертожните дъски.

АНТИМАТЕРИЯ, КОЯТО СЕ СРЕЩА В ЕСТЕСТВЕНИ УСЛОВИЯ

Ако антиматерията се създава толкова трудно на Земята, то възможно ли е човек да намери такава по-лесно в открития космос? За съжаление при търсенето на антиматерия във Вселената физиците са

попадали много рядко на нея, което е доста изненадващо. Фактът, че нашата вселена е съставена предимно от материя, а не от антиматерия, е трудно обясним. Може да се допусне, че в началото на съществуването на Вселената материята и антиматерията са били в еднакви количества. Затова липсата на антиматерия е озадачаваща.

Най-правдоподобното решение на проблема е предложено за първи път от Андрей Сахаров — ученият, конструирал водородната бомба в Съветския съюз през 50-те години на XX век. Сахаров изказал теоретично предположението, че в началото на съществуването на Вселената е имало лека асиметричност в количеството на материята и антиматерията по време на Големия взрив. Това съвсем малко нарушение на симетрията се нарича „3С нарушение“. Понастоящем явлението е обект на засилени изследвания. Фактически Сахаров изказал теоретично предположението, че атомите в днешната вселена са останали след едно почти пълно унищожение, настъпило след контакт между двете. Съвсем малкото останала материя е създала остатък, който изгражда днешната видима вселена. Всички атоми в нашите тела са останки от титаничния сблъсък на материята с антиматерията.

Тази теория оставя открита възможността малки количества от антиматерия да се срещат в естествени условия. Ако е така, откриването на източника би понижило драстично цената на производството на антиматерия за употреба в антиматерийните двигатели. По принцип отлаганията от антиматерия в естествени условия трябва да бъдат лесно откриваеми. Когато се срещнат един електрон и един антиелектрон, те анихилират в гама-лъчи с енергия от 1,02 милион електронволта или още повече. Така чрез сканирането на Вселената за гама-лъчи с тази енергия човек би могъл да открие „отпечатъка“ на антиматерията, която се среща в естествени условия.

Всъщност „фонтани“ от антиматерия са били откривани в Галактиката Млечен път, недалеч от галактичния център, от доктор Уилям Пърсел от Северозападния университет. Очевидно съществува струя от антиматерия, която създава това характерно гама-излъчване от 1,02 милион електронволта, когато влиза в сблъсък с обикновения водороден газ. Ако тази струйка от антиматерия съществува в естествени условия, може да се окаже възможно във Вселената да

съществуват и други джобове от антиматерия, които не са били унищожени по време на Големия взрив.

За да издирва по-систематично антиматерия, срещаща се в естествени условия, спътникът PAMELA (полезен товар за антиматерийно-материйно изследване и светлинно-ядрена астрофизика) беше изстрелян в орбита през 2006 година. Той е плод на сътрудничеството между Русия, Италия, Германия и Швеция, като е проектиран да търси джобове от антиматерия. Предишните мисии, които търсели антиматерия, са проведени с използването на балони, достигащи голяма височина, както и на Космическата совалка, затова данните са събрани за не повече от една-две седмици. За разлика от тях PAMELA ще остане в орбита поне три години. „Това е най-добрият детектор, конструиран някога, и ние ще го използваме в продължение на дълъг период“, обявява членът на екипа Пиерджорджо Пикоца от университета в Рим.

PAMELA е проектиран да открива космически лъчи от обикновени източници като суперновите, но също и от необичайни източници като звездите, състоящи се изцяло от антиматерия. Поспециално PAMELA ще търси подписа на антихелия, който се произвежда във вътрешностите на антизвездите. Въпреки че днес повечето физици са на мнение, че Големият взрив е довел до почти пълно унищожение, настъпило след контакта между материята и антиматерията, както смята и Сахаров, PAMELA е основан на различното допускане, че цели региони от антиматерийната вселена не са претърпели подобно унищожение и вследствие на това днес съществуват под формата на антизвезди.

Ако дълбоко в Космоса съществува антиматерия в незначителни количества, може да се окаже възможно да бъде уловена част от нея за задвижването на междузвездни кораби. Институтът за напреднали концепции към NASA възприема достатъчно сериозно идеята за улавянето на антиматерия от Космоса и затова неотдавна финансира пилотна програма за проучвания в тази насока. „По същество това, което искате да направите, е да генерирате мрежа, сякаш ще ловите риба“, казва Джералд Джаксън от „Хбар Текнолъджис“, една от организациите, които заемат челно място в проекта.

Антиматерийната мрежа се основава на три концентрични сфери, като всяка от тях е съставена от жична решетка. Най-външната

сфера ще достига диаметър от 16 км и ще бъде заредена положително, така че ще отблъсква всички протони, които са положително заредени, но ще привлича антипротоните, които са отрицателно заредени. Антипротоните ще бъдат събрани от външната сфера, а след това ще забавят ход, докато преминават през втората сфера и накрая ще спират, когато достигнат най-вътрешната сфера, която ще достига диаметър от 100 метра. След това антипротоните ще бъдат улавяни в магнитна бутилка и ще бъдат смесвани с антиелектрони за образуването на антиводород.

По изчисления на Джаксън контролираните реакции между материя и антиматерия вътре в космическия кораб биха могли да захранят с гориво слънчево платно до Плутон само с използването на 30 мг антиматерия. Джаксън казва, че 17 г антиматерия биха били достатъчни за захранването на междузвезден кораб с гориво до Алфа от Кентавър. Джаксън твърди, че може да има 80 г антиматерия между орбитите на Венера и Марс, които биха могли да бъдат уловени от космическата сонда. Като се имат предвид усложненията и цената на изстрелването на този огромен антиматериен колектор обаче, това вероятно няма да бъде реализирано до края на този век или скоро след това.

Някои учени мечтаят да уловят антиматерия с метеор, който се носи из открития космос. (В комиксите за „Флаш Гордън“ веднъж играеше главна роля един много опасен антиматериен метеор, който се носеше из Космоса и можеше да предизвика страшна експлозия, ако влезе в досег с някоя планета.)

В случай че антиматерия, срещаща се в естествени условия, не бъде открита в Космоса, ще трябва да чакаме десетилетия или дори столетия, преди да можем да произвеждаме достатъчно големи количества антиматерия на Земята. Но ако допуснем, че техническите проблеми при производството на антиматерия бъдат решени, това оставя открита възможността един ден антиматериен ракети да ни закарат до звездите.

Като се има предвид това, което знаем за антиматерията днес, и предвидимата еволюция на тази технология, бих класифицирал антиматериен ракетен кораб като технология, спадаща към Клас I на невъзможните неща.

ОТКРИВАТЕЛЯТ НА АНТИМАТЕРИЯТА

Що е антиматерия? Изглежда странно, че природата би удвоила броя на субатомните частици във Вселената без солидно основание. Обикновено природата е твърде икономична, но сега, когато знаем за съществуването на антиматерията, природата ни изглежда разточителна във висша степен. А щом съществува антиматерия, могат ли да съществуват и антивселени?

За да отговори на тези въпроси, човек трябва да проучи произхода на самата антиматерия. Откриването на антиматерията датира от 1928 г. и води началото си от първооткривателския труд на Пол Дирак — един от най-блестящите физици на XX век. Той бил Лукасов професор в Кеймбриджкия университет, като заемал същия пост, който е бил заеман от Нютон, а понастоящем това място се заема от Стивън Хокинг.^[2] Роденият през 1902 г. Дирак бил висок, жилав мъж, който бил на малко повече от двадесет години, когато през 1925 г. избухнала квантовата революция. Въпреки че по онова време следвал електроинженерство, той бил отнесен от приливната вълна, отприщена от квантовата теория.

Квантовата теория се основавала на идеята, че електроните биха могли да бъдат описани не като точковидни частици, а като някакъв вид вълна, изразена с прочутото вълново уравнение на Шрьодингер. (Вълната представлява вероятността да бъде открита частицата в тази точка.)

Но Дирак осъзнал, че уравнението на Шрьодингер има един недостатък. То описва само електроните, които се движат с ниски скорости. При по-високи скорости уравнението не постига успех, защото не се подчинява на законите за обектите, движещи се с високи скорости, т.е. законите на относителността, открити от Алберт Айнщайн.

Според младия Дирак предизвикателството се състояло в това да бъде формулирано наново уравнението на Шрьодингер, като бъде съобразено с теорията на относителността. През 1928 г. Дирак предложил радикална модификация на уравнението на Шрьодингер, която се подчинявала напълно на теорията на относителността на Айнщайн. Светът на физиката бил смаян. Дирак съставил своето прочуто релативистично уравнение за електрона, като боравел само с математически понятия от по-висш порядък, наречени спинори. Един математически куриоз изведнъж станал понятие с централно значение

за цялата математика. (За разлика от много физици преди него, които настоявали, че големите пробиви във физиката трябва да бъдат здраво основани на експериментални данни, Дирак се придържал към противоположната стратегия. Според него чистата математика, ако е достатъчно красива, била сигурният водач към нови пробиви. Той писал: „По-важно е да има красота в уравнението на учения, отколкото да има експерименти, които потвърждават правотата му... Изглежда, че ако човек работи от гледна точка на достигането на красота в своите уравнения и ако има наистина ясно прозрение, той е на правия път и напредъкът е неминуем.“)^[3]

Докато разработвал своето ново уравнение за електрона, Дирак осъзнал, че прочутото уравнение на Айнщайн $E=mc^2$ не е съвсем вярно. Въпреки че е изписано на рекламните на Медисън Авеню, върху фланелки, в анимационните филми и дори върху костюмите на супергероите, уравнението на Айнщайн е вярно само донякъде. В действителност вярното уравнение е $E=\pm mc^2$. (Този знак минус се появява, защото трябва да извадим квадратния корен на определено количество. Изваждането на квадратния корен на дадено количество винаги въвежда неопределеност по въпроса дали става дума за плюс или минус.)

Но физиците мразят отрицателната енергия. Във физиката има една аксиома, според която обектите винаги проявяват склонност към изпадане в по-ниско енергийно състояние (това е причината, поради която водата винаги се стреми към най-ниското равнище — морското.) Тъй като материята винаги изпада в своето най-ниско енергийно състояние, перспективата за съществуване на отрицателна енергия е потенциално катастрофална. Това означава, че всички електрони накрая ще изпаднат в състояние на безкрайна отрицателна енергия и вследствие на това теорията на Дирак ще бъде нестабилна. Затова Дирак измисля понятието „море на Дирак“. Той си представил, че всички състояния на отрицателната енергия вече са запълнени и вследствие на това един електрон не може да изпадне в отрицателно енергийно състояние. Благодарение на това Вселената е стабилна. Също така един гама-лъч може случайно да се сблъска с електрон, който пребивава в отрицателно енергийно състояние и да го изблъска нагоре в състояние на положителна енергия. След това ще видим как гама-лъчът ще се превърне в електрон и в морето на Дирак ще се

образува „дупка“. Тази дупка ще действа като мехур във вакуума, т.е. ще има положителен заряд и ще притежава същата маса като първоначалния електрон. С други думи, дупката ще се държи като антиелектрон. Затова в тази образна представа антиматерията се състои от „мехури“ в морето на Дирак.

Само няколко години, след като Дирак направил това смайващо предсказание, Карл Андерсън наистина открил антиелектрона (за което Дирак спечелил Нобелова награда през 1933 година).

С други думи, антиматерията съществува, защото уравнението на Дирак има два типа решения, един за материята и друг за антиматерията. (А това на свой ред е следствие от специалната теория на относителността.)

Уравнението на Дирак предсказало не само съществуването на антиматерията — то предрекло и „въртенето“ на електрона. До голяма степен субатомните частици се въртят като един въртящ се връх. На свой ред въртенето на електроните е решаващо за разбирането на потока от електрони в транзисторите и полупроводниците, които изграждат основата на модерната електроника.

Стивън Хокинг съжالياва, че Дирак не е патентовал своето уравнение. Той пише: „Дирак е щял да натрупа богатство, ако бе патентовал своето уравнение. Той щеше да получава хонорари от всички телевизии, уокмени, видеоигри и компютри заради правата си върху него.“

Днес прочутото уравнение на Дирак е гравирано върху камъните на Уестминстърското абатство, недалеч от гробницата на Исак Нютон. Това е може би единственото уравнение в целия свят, на което е оказана тази изключителна чест.

ДИРАК И НЮТОН

Историците на науката, които се стремят да разберат източниците на начина, по който Дирак е предложил своето революционно уравнение и понятието „антиматерия“, често го сравняват с Нютон. Странно, но между Нютон и Дирак има няколко безспорни прилики. И двамата са били на малко повече от двадесет години, когато са се занимавали с творческа дейност в Кеймбриджкия университет, и двамата са били преподаватели по математика, и двамата са притежавали една отличителна черта: пълна липса на

социални умения, достигаща патологични измерения. И двамата са били прочути с неспособността си да участват в разговори на незначителни теми и с липсата си на изискани обноси дори в минимална степен. Болезнено срамежливият Дирак никога не казвал нищо, освен ако не бивал запитан директно, при което отговарял само с „да“, „не“ или „не знам“.

Дирак бил изключително скромнен и мразел известността. Когато разбрал, че ще получи Нобеловата награда по физика, той сериозно обмислял да я откаже заради известността и безпокойствата, които тя би му създала. Но когато му обяснили, че отказът да получи Нобеловата награда ще го направи още по-прочут, той решил да я приеме.

Томове са били изписани за особения характер на Нютон, като хипотезите на тази тема варират от отравяне с живак до душевно заболяване. Но неотдавна кеймбриджкият психолог Саймън Барон-Коен предложи нова теория, която може би обяснява странните характери и на Нютон, и на Дирак. Барон-Коен твърди, че и двамата вероятно са страдали от синдрома на Аспергер, който е сроден с аутизма, демонстриран от учения идиот във филма „Рейнман“. Индивидите, които страдат от синдрома на Аспергер, са прочути със затвореността си, непохватни са в социално отношение и понякога са надарени с невероятна способност на изчислителни, но за разлика от аутистите те се вписват в обществото и могат да бъдат продуктивни при изпълнението на трудовите си задължения. Ако тази теория е вярна, свръхестествената изчислителна способност на Нютон и Дирак е дала резултат, тъй като те са били откъснати в социално отношение от останалите хора.

АНТИГРАВИТАЦИЯ И АНТИВСЕЛЕНИ

С помощта на теорията на Дирак днес можем да отговорим на редица въпроси от рода на: Кое е антиматерийното съответствие на гравитацията? Съществуват ли антивселени?

Както вече посочихме, античастиците притежават заряд, противоположен на този на обикновената материя. Но частиците, които нямат никакъв заряд (като фотона — частицата на светлината, или гравитона — частицата на гравитацията), могат да бъдат своя собствена античастица. Гравитацията е своята собствена антиматерия

или с други думи — гравитацията и антигравитацията са едно и също нещо. Вследствие на това антиматерията трябва да пада надолу под влияние на гравитацията, а не да се издига нагоре. (Това е всеобщо разпространено убеждение сред физиците, но в действителност никога не е било демонстрирано в лабораторни условия.)

Теорията на Дирак дава отговор и на фундаменталните въпроси защо природата допуска съществуването на антиматерия и означава ли това, че съществуват антивселени.

В някои научнофантастични саги главният герой открива нова земеподобна планета в открития космос. Всъщност новата планета изглежда еднаква със Земята във всички отношения, като изключим това, че всичко е изградено от антиматерия. На тази планета откриваме антиматерийни двойки с антидеца, които живеят в антиградове. Тъй като законите на антихимията са същите като законите на химията, като изключим факта, че зарядите са обърнати, хората, които живеят в такъв свят, никога няма да узнаят, че са изградени от антиматерия. (Физиците могат да нарекат това вселена с обърнат заряд или Z-вселена, тъй като зарядите са обърнати, но всичко друго си остава същото.)

В други научнофантастични разкази учени откриват близначка на Земята в открития космос, като изключим факта, че това е Огледална вселена, където всичко е обърнато от ляво на дясно. Сърцето на всички хора се намира отдясно и повечето хора са левичари. През целия си живот те така и не узнават, че живеят в Огледална вселена, която е обърната от ляво на дясно. (Физиците наричат подобна Огледална вселена, вселена с обърнати съответствия или C-вселена.)

Възможно ли е наистина да съществуват такива антиматерийни вселени и вселени с обърнати съответствия? Физиците се отнасят много сериозно към въпроса за вселените близначки, тъй като уравненията на Нютон и Айнщайн остават едни и същи, когато просто променим зарядите на всички наши субатомни частици или обърнем ориентацията от ляво на дясно. Вследствие на това Z-обърнатите и C-обърнатите вселени по принцип са възможни.

Нобеловият лауреат Ричард Файнман поставя за разглеждане интересен въпрос за тези вселени. Да предположим, че един ден осъществим радиоконтакт с извънземни на далечна планета, но без да

ги виждаме. Можем ли да им обясним разликата между „ляво“ и „дясно“ по радиото, попитал той. Ако законите на физиката позволяват съществуването на С-вселени, то тогава би трябвало да е невъзможно да бъдат предадени тези представи.

Той разсъждава така. Някои неща се споделят лесно по комуникативен път, неща като формата на нашите тела и броя на нашите пръсти, ръце и крака. Можем да обясним на извънземните дори законите на химията и биологията. Но ако се опитаме да им обясним понятията „ляво“ и „дясно“ (или „по посока на часовниковата стрелка“ и „обратно на часовниковата стрелка“), ще се проваляме всеки път когато опитваме да сторим това. Никога няма да бъдем в състояние да им обясним, че сърцето ни се намира от лявата страна на нашето тяло, няма да можем и да им обясним неща като това, в коя посока се върти Земята или начина, по който една ДНК молекула се движи спираловидно.

Затова светът на учените изпада в шок, когато С. Н. Йанг и Т. Д. Лий — двама учени, които работели по онова време в Колумбийския университет, опровергават тази високо ценена теорема. След като проучили естеството на субатомните частици, те показали, че Огледалната вселена или С-вселената не може да съществува. Един физик, който научил за този революционен резултат, казал: „Бог сигурно е допуснал грешка.“ Заради този потресаващ резултат, наречен „преобръщане на съответствията“, Йанг и Лий получиха Нобеловата награда за физика през 1957 година.

Според Файнман това заключение означава, че ако говорите на извънземни по радиото, е възможно да устроите експеримент, който може да ви даде възможност да им кажете, и то само по радиото, в какво се състои разликата между левичарските и десничарските вселени. (Например електроните, излъчвани от радиоактивния кобалт-60, не се въртят в еднакъв брой по посока на часовниковата стрелка или обратно на нея, а в действителност се въртят в предпочитаната от тях посока, като по този начин нарушават съответствието.)

Тогава Файнман си представил, че накрая се провежда историческа среща между извънземните и хората. Казваме на извънземните да протегнат дясната си ръка, когато се срещнем за първи път, и си стискаме ръцете. Ако извънземните наистина протегнат дясната си ръка, ще знаем, че сме им предали успешно

представата за „ляво-дясно“ и „по посока на часовниковата стрелка и обратно на нея“.

Но след това Файнман бил обзет от една обезпокоителна мисъл. Какво ще се случи, ако вместо това извънземните протегнат лявата си ръка? Това ще означава, че сме направили фатална грешка, че не сме успели да предадем представата за „ляво“ и „дясно“. Още по-лошо — това ще означава, че извънземният в действителност е изграден от антиматерия и че той е извършил всички експерименти отзад напред и вследствие на това е смесил „ляво“ и „дясно“. Това ще означава, че ако си стиснем ръцете, ще избухнем!

Така учените разбираха нещата до 60-те години на ХХ век. Беше невъзможно да кажем в какво се състои разликата между нашата вселена и една вселена, в която всичко е изградено от антиматерия и е с обърнато съответствие. Ако се опитате да промените и съответствието, и заряда, Вселената, която ще се получи в резултат на това, ще се подчинява на законите на физиката. Съответствието само по себе си е обърнато, но зарядът и съответствието все още представляват една добра симетрия на Вселената. Затова една ЗС-обърнатата вселена все още е възможна.

Това означава, че ако говорите на извънземните по телефона, няма да можете да им кажете в какво се състои разликата между една обикновена вселена и една вселена, която е обърната и по отношение на съответствието, и на заряда (т.е. лявото и дясното са разменени, а материята е превърната в антиматерия).

След това през 1964 г. физиците изпаднаха във втори шок. Оказа се, че ЗС-обърнатата вселена не може да съществува. Чрез анализа на свойствата на субатомните частици все още е възможно да се каже в какво се състои разликата между ляво и дясно, между понятия като „по посока на часовниковата стрелка“ и „обратно на часовниковата стрелка“, ако говорите по радиото с друга ЗС-обърната вселена. За този резултат Джеймс Кронин и Вал Фитч спечелиха Нобелова награда през 1980 година.

(Въпреки че много физици бяха обезпокоени, когато бе показано, че ЗС-обърнатата вселена е несъвместима със законите на физиката, постфактум откритието се оказа нещо хубаво, както посочихме по-рано. Ако ЗС-обърнатата вселена беше възможна, то тогава първоначалният Голям взрив е щял да включва напълно еднакво

количество материя и антиматерия и вследствие на това щеше да протече 100-процентова анихилация, а съществуването на нашите атоми нямаше да бъде възможно! Фактът, че съществуваме в качеството си на остатък от анихилацията на нееднаквите количества материя и антиматерия, е доказателство за ЗС-нарушение.)

Възможно ли е да съществуват някакви антивселени? Отговорът е положителен. Дори ако вселените с обърнато съответствие и обърнат заряд не са възможни, все още е възможно да съществува антивселена, но тя би била странна. Ако обърнем зарядите, съответствието *и хода на времето*, получената се в резултат на това вселена ще се подчинява на законите на физиката. Допуска се съществуването на ЗСВ-обърната вселена (вселена с обърнато съответствие, заряд и време).

Обръщането на хода на времето е странна симетрия. В една В-обърната вселена изпържените яйца изскачат от чинията, връщат се върху тигана и след това със скок се превръщат отново в яйца, чиито пукнатини се затварят. Трупове възкръсват, стават по-млади, превръщат се в бебета и след това скачат в утробата на майка си.

Здравият разум ни подсказва, че В-обърнатата вселена не е възможна. Но математическите уравнения на субатомните частици ни казват нещо друго. Нютоновите закони действат еднакво добре и назад, и напред. Представете си, че правите видеозапис на игра на бiliarд. Всяко сблъскване на топките се подчинява на Нютоновите закони на движението. Пускането на такъв видеозапис ще спомогне за провеждането на една странна игра, но това се допуска от законите на Нютон.

В квантовата теория положението е по-сложно. Обръщането на хода на времето само по себе си нарушава законите на квантовата механика, но се допуска съществуването на цялостна ЗСВ-обърната вселена. Това означава, че вселена, в която лявото и дясното са обърнати, материята се превръща в антиматерия, а времето тече назад, е напълно приемлива вселена, която се подчинява на законите на физиката!

(По ирония на съдбата не можем да комуникираме с такъв ЗСВ-обърнат свят. Ако времето тече назад на тяхната планета, това означава, че всичко, което ще им кажем по радиото, ще бъде част от тяхното бъдеще, затова те ще забравят всичко, което сме им казали веднага щом им го кажем. Затова, макар че съществуването на ЗСВ-

обърната вселена се допуска от законите на физиката, не можем да разговаряме по радиото с нито един ЗСВ-обърнат извънземен.)

Като обобщение можем да кажем, че антиматерийните двигатели могат да ни предоставят реална възможност да захраним с гориво един междузвезден кораб в далечното бъдеще, ако на Земята бъде създадена достатъчно антиматерия или бъде намерена такава в открития космос. Има известна липса на равновесие между материята и антиматерията заради ЗС-нарушението, а това на свой ред означава, че джобове от антиматерия все още съществуват и могат да бъдат усвоени.

Но заради техническите трудности, пред които са изправени антиматерийните двигатели, може да ни потрѣбва един век или още повече време, за да развием тази технология, което я причислява към Клас I на невъзможните неща.

Но нека да поразсъждаваме върху един друг въпрос: След хиляди години ще бъдат ли възможни междузвездните кораби, по-бързи от светлината? Има ли пробойни в прочутия афоризъм на Айнщайн, че „нищо не може да се движи по-бързо от светлината“? Изненадващо, но отговорът е положителен.

[1] NASA, <http://science.nasa.gov>, April 12, 1999. ↑

[2] От 2009 г. тази длъжност се заема от Майкъл Грийн. — Б.пр.

↑

[3] Cole, с. 225. ↑

ЧАСТ II
КЛАС II НА НЕВЪЗМОЖНИТЕ НЕЩА

11. ПО-БЪРЗО ОТ СВЕТЛИНАТА

Напълно е възможно (животът) да се разпространи из Галактиката и отвъд нея. Така че животът може да не бъде вечно незначителен замърсител на Вселената, макар че в момента е точно такъв. Всъщност смятам това за твърде интересен възглед.

Сър Мартин Рийс, кралски астроном

Невъзможно е да се движим по-бързо от светлината и това със сигурност не е желателно, докато шапката на човека продължава да хвърчи.

Уди Алън

В „Междузвездни войни“, докато „Хилядолетният сокол“ излита с гръм и трясък от пустинната планета Татуин, отнасяйки нашите герои Люк Скайуокър и Хан Соло, корабът се натъква на ескадрила от заплашителни имперски бойни кораби, които се движат в орбита около планетата. Бойните кораби на Империята изстрелват наказателен преграден огън от лазерни лъчи към кораба на нашите герои, които проникват равномерно през силовите полета. „Хилядолетният сокол“ е обстрелян успешно. Докато пристяга тялото си с предпазен колан под този унищожителен лазерен огън, Хан Соло извиква, че единствената им надежда за спасение е да направят скок в „хиперпространството“. В критичния момент хипердвигателите възобновяват дейността си. Всички звезди около тях изведнъж се спукват навътре към центъра на зрителния екран, превръщайки се в събиращи се, заслепяващи ивици светлина. Отваря се дупка, през която минава с гръм „Хилядолетният сокол“, достигайки хиперпространството и свободата.

Научна фантастика? Несъмнено. Но възможно ли е тя да се основава на научен факт? Може би. По-бързото от светлината пътуване

винаги е било основна тема в научната фантастика, но неотдавна физиците започнаха да обмислят сериозно тази възможност.

Според Айнщайн скоростта на светлината е максималното ограничение на скоростта във Вселената. Дори най-мощните атомни разбивачи, които могат да генерират енергии, откривани само в центъра на експлодиращи звезди или в самия Голям взрив, не могат да засилят субатомните частици до скорост, която е по-висока от скоростта на светлината. Очевидно скоростта на светлината е последният пътен полицай във Вселената. Ако е така, всяка надежда да достигнем далечните галактики изглежда осуетена.

Или може би не е така...

АЙНЩАЙН НЕУДАЧНИКА

През 1902 г. съвсем не било очевидно, че младият физик Алберт Айнщайн ще стане най-големият физик след Исак Нютон. Всъщност тази година била годината на най-големите неуспехи в живота му. Току-що дипломирал се студент, той бил отхвърлен като преподавател от всички университети, в които кандидатствал. (По-късно установил, че неговият професор Хайнрих Вебер му бил написал крайно неблагоприятни препоръчителни писма, може би за да си отмъсти за това, че Айнщайн често пропускал лекциите му.) Нещо повече, майката на Айнщайн била отрицателно настроена към неговата приятелка Милева Мариц, която вече била бременна от него. Тяхната първа дъщеря Лизерл щяла да се роди като извънбрачно дете. Младият Алберт претърпявал провал във всичко, с което се заемал. Дори на скромната му работа като частен учител бил сложен край, когато най-неочаквано бил уволнен. В изпълнените си с отчаяние писма той споделя, че възнамерява да стане продавач, за да изкарва прехраната на семейството си. Дори писал на родителите си, че може би е щяло да бъде по-добре, ако изобщо не бил се раждал, тъй като е бreme за своето семейство и няма никаква перспектива да успее в живота. Когато баща му починал, той изпитвал срам, че родителят му си бил отишъл от този свят с мисълта, че синът му е пълен неудачник.

Но по-късно през същата година късметът на Айнщайн проработил. Един приятел го уредил на работа като чиновник в Швейцарското патентно бюро. От скромната си месторабота Айнщайн щял да предизвика най-голямата революция в съвременната история.

Той щял да анализира бързо патентите на бюрото си и след това да прекарва часове в размисъл върху проблемите на физиката, които го интересували от малък.

Каква е тайната на гения му? Може би един ключ към разгадаване на тайната е била неговата способност да мисли посредством материални образи (например, като си представя движещи се влакове, ускоряващи се часовници, разтегнати тъкани), а не с понятия от чистата математика. Веднъж Айнщайн казал, че ако една теория не може да бъде обяснена на дете, тя вероятно е безполезна, т.е. същността на теорията трябва да бъде уловена от материален образ. Затова много физици са се изгубвали в математическия гъсталак, който не води до никъде. Но подобно на Нютон преди него Айнщайн бил завладян от материалния образ; математиката щяла да дойде по-късно. За Нютон материалният образ били падащата ябълка и Луната. Дали силите, които карали една ябълка да падне, били идентични на силите, които направлявали Луната в нейната орбита? Когато Нютон решил, че отговорът е положителен, той създал математическа архитектура на Вселената, която изведнъж разкрила най-голямата тайна на небесата — движението на самите небесни тела.

АЙНЩАЙН И ОТНОСИТЕЛНОСТТА

През 1905 г. Алберт Айнщайн предложил на вниманието на научния свят своята знаменита специална теория на относителността. В центъра на неговата теория се намирала една образна представа, която могат да разберат дори децата. Теорията била връхната точка на една мечта, която той имал от шестнадесетгодишен, когато си задал съдбоносния въпрос: Какво ще се случи, ако изпреварите един светлинен лъч? На младини той знаел, че Нютоновата механика описва движението на обектите на Земята и в небесата и че теорията на Максвел описва светлината. Това били двата стълба на физиката.

Същността на гения на Айнщайн се разкрила, когато той се сетил, че тези два стълба си противоречат взаимно. Единият от тях трябвало да падне.

Според Нютон винаги можете да изпреварите един светлинен лъч, тъй като в скоростта на светлината няма нищо особено. Това означавало, че светлинният лъч трябва да остане неподвижен, докато

вие се движите бързо покрай него. Но на младини Айнщайн осъзнал, че никой никога не е виждал светлинна вълна, която да е напълно неподвижна, т.е. да прилича на замръзнала вълна. Вследствие на това Нютоновата теория била безсмислена.

Накрая, докато изучавал в Цюрих теорията на Максвел като студент в колежа, Айнщайн открил отговора. Той открил нещо, което дори Максвел не знаел: че скоростта на светлината е константа, независимо от това с каква скорост се движите. Ако се движите бързо или се отдалечавате бързо от един светлинен лъч, той все още ще се движи със същата скорост, но тази негова характеристика смуцава здравия разум. Айнщайн бил открил отговора на въпроса от детството си: никога няма да можете да се движите бързо покрай един светлинен лъч, тъй като той винаги ще се отдалечава от вас с постоянна скорост, независимо от това колко бързо се движите.

Но Нютоновата механика била тясно свързана система: подобно на дърпането на един конец цялата теория можела да се разплете, ако направите и най-малката промяна в нейните допускания. В теорията на Нютон ходът на времето бил еднакъв в цялата вселена. Една секунда на Земята била идентична на една секунда на Венера или на Марс. Също така метричните стълбове, поставени на Земята, имали същата дължина като метричните стълбове на Плутон. Но ако скоростта на светлината е винаги една и съща, независимо от това колко бързо се движите, няма да бъде необходима основна промяна в нашето разбиране на пространството и времето. Ще трябва да настъпят силни изкривявания на континуума пространство-време, за да бъде запазена константността на скоростта на светлината.

Според Айнщайн, ако се намирате на ракетен кораб, който увеличава скоростта си, ходът на времето в ракетата ще трябва да се забавя по отношение на човек, намиращ се на Земята. Времето протича с различни скорости в зависимост от това колко бързо се движите. Освен това пространството в ракетния кораб ще се компресира, затова дължината на метричните стълбове може да се промени в зависимост от вашата скорост. Масата на ракетата също ще се увеличи. Ако се наложи да надникнем в ракетата с нашите телескопи, ще видим, че часовниците в ракетата ще забавят ход, а хората ще се движат бавно и ще ни се струват сплеснати.

На практика, ако ракетата се движи със скоростта на светлината, времето в ракетата видимо ще спре, ракетата ще се компресира до нулевата точка, а масата ѝ ще бъде безкрайна. Тъй като нито едно от тези наблюдения няма смисъл, Айнщайн твърдял, че нищо не може да преодолее светлинната бариера. (Тъй като един обект става толкова по-тежък, колкото по-бързо се движи, това означава, че енергийното движение е преобразувано в маса. Точното количество на енергията, която се превръща в маса, може да се изчисли лесно и така стигаме до прочутото уравнение $E=mc^2$.)

След като Айнщайн извел прочутото си уравнение, буквално милиони експерименти потвърдили правотата на революционните му идеи. Например GPS системата, която може да локализира вашето положение на Земята в рамките на няколко фута, няма да постига успех, ако не ѝ се добавят корекции заради относителността. (Тъй като военните разчитат на GPS системата, дори генералите от Пентагона трябва да бъдат инструктирани от физици за Айнщайновата теория на относителността.) Часовниците на GPS наистина се променят, докато летят над Земята, както е предсказал Айнщайн.

Най-нагледната илюстрация на тази представа може да бъде открита в атомните акселератори, в които учените ускоряват частици до скорост, която почти достига тази на светлината. В гигантския ускорител ЦЕРН — Големия адронен колайдер, разположен в близост до Женева, Швейцария, протоните биват ускорени до мощност от трилиони електронволтове и се движат със скорост, която е много близка до тази на светлината.

За един ракетен учен светлинната бариера все още не е проблем, защото ракетите не могат да се движат със скорост от над няколко десетки хиляди мили в час. Но в рамките на един или два века, времеви период, през който ракетните учени обмислят сериозно да изпратят сонди до най-близката звезда (разположена на повече от 4 светлинни години от Земята), светлинната бариера постепенно може да се превърне в проблем.

ПРОБОЙНИ В ТЕОРИЯТА НА АЙНЩАЙН

Десетилетия наред физиците се опитвали да открият пробойни в прочутия афоризъм на Айнщайн. Били намерени някои такива, но повечето от тях не били особено благодатни по посока на развитието

на физиката. Например, ако човек кръстоса присвяткащи светлини през небесата, по принцип изображението на светлинния лъч може да надмине скоростта на светлината. За няколко секунди изображението на присвяткащата светлина се придвижва от една точка на хоризонта до срещуположната точка на разстояние, което се простира на стотици и хиляди светлинни години. Но това не е от значение, защото по този начин никаква информация не може да бъде предадена по-бързо от светлината. Изображението на светлинния лъч е надминало скоростта на светлината, но то не пренася енергия или информация.

Също така, ако разполагаме с ножици, точката, в която остриетата се пресичат взаимно, се движи толкова по-бързо, колкото по-далеч се намирате от точката на съединението. Ако си представим ножици, които са дълги една светлинна година, след това чрез затварянето на ножиците точката на пресичане може да се движи по-бързо от светлината. (И в този случай това не е от значение, защото точката на пресичане не пренася енергия или информация.)

Подобно на това, както споменах в четвърта глава, експериментът АПР дава възможност да бъде изпратена информация със скорост, което е по-голяма от тази на светлината. (Припомняме, че при този експеримент два електрона вибрират в унисон и след това биват изпратени в противоположни посоки, като се движат бързо. Тъй като тези електрони са кохерентни, между тях може да се изпраща информация със скорост, която е по-голяма от тази на светлината, но тази информация е произволна и вследствие на това — безполезна. Затова и АПР машините не могат да се използват за изпращане на сонди към далечни звезди.)

Интересното е, че най-важната пробойна е била направена от самия Айнщайн, когато създал общата теория на относителността през 1915 година. Това била теория, която оказала по-глобално влияние от специалната теория на относителността. Семената на общата относителност били посетени, когато Айнщайн разглеждал една детска въртележка. Както видяхме по-рано, обектите се смаляват, когато доближат скоростта на светлината. Колкото по-бързо се движите, толкова повече се смаляват. Но в един въртящ се диск външната обиколка се движи по-бързо от центъра. (На практика центърът е почти неподвижен.) Това означава, че линеен стълб, поставен на ръба, трябва да се смали, докато линеен стълб, поставен в центъра, ще

остане почти същия, затова повърхността на въртележката вече не е плоска, а изкривена. Така ускорението има следния ефект: то изкривява пространството и времето на въртележката.

В общата теория на относителността континуума пространство-време е тъкан, която може да се разтяга и свива. При някои обстоятелства тъканта може да се разтяга по-бързо от светлината. Помислете си за Големия взрив например, когато Вселената се родила по време на една космическа експлозия преди 15,7 милиарда години. Човек може да изчисли, че първоначално Вселената се е разширявала по-бързо от скоростта на светлината. (Това действие не нарушава специалната относителност, тъй като именно празното пространство — пространството между звездите — било това, което се разширявало, а не се разширявали самите звезди. Разширяващото се пространство не пренася никаква информация.)

Важният момент е, че специалната относителност важи само локално, т.е. непосредствено около вас. Непосредствено около вас, локално (т.е. в Слънчевата система), специалната относителност е валидна, както можем да потвърдим с космическите сонди. Но глобално (т.е. в космологични мащаби, включващи Вселената) вместо нея трябва да използваме общата относителност. В общата относителност континуума пространство-време става тъкан, а тази тъкан се разтяга по-бързо от светлината. Това обстоятелство позволява съществуването на „дупки в пространството“, в които човек може да минава по пряк път през пространството и времето.

Като се имат предвид тези възражения, може би един начин, по който може да се движим по-бързо от светлината, е обръщането за помощ към общата относителност. Два са начините, по които това може да стане.

1. *Разтягане на пространството.* Ако ви се налага да разтегнете пространството зад вас и да свиете пространството пред вас, то в такъв случай е налице илюзията, че се движите по-бързо от светлината. На практика изобщо няма да сте помръднали от мястото си. Но тъй като пространството е деформирано, това означава, че можете да стигнете до далечни звезди за едно мигване на очите.

2. *Разкъсване на пространството.* През 1935 г. Айнщайн въвел понятието дупка-червей. Представете си Огледалото на Алиса — вълшебно устройство, което свързва околностите на Оксфорд със

Страната на чудесата. Дупката-червей е устройство, което може да свърже две вселени. Когато бяхме в прогимназията, учихме, че най-късото разстояние между две точки е една права линия. Но това не е задължително вярно, защото ако свиехме лист хартия дотогава, че двете точки се докоснеха, в такъв случай виждахме, че най-късото разстояние между тях в действителност е една дупка-червей.

Както казва физикът от Вашингтонския университет Мат Вайсър: „Общността на учените, вярващи в относителността, е започнала да обмисля какво ще бъде необходимо за изваждането на неща като уорп двигателя или дупките-червеи от царството на научната фантастика.“^[1]

Кралският астроном на Великобритания сър Мартин Рийс дори казва: „Дупките-червеи, допълнителните измерения и квантовите компютри разкриват пред нас хипотетични сценарии, които биха могли накрая да преобразят цялата вселена в един «жив космос».“^[2]

ДВИГАТЕЛЯТ НА АЛКУБИЕР И ОТРИЦАТЕЛНАТА ЕНЕРГИЯ

Най-подходящият пример за разтягане на пространството е двигателят на Алкубиер, който бил предложен през 1994 г. от физика Мигел Алкубиер въз основа на Айнщайновата теория за гравитацията. Той прилича много на системата за задвижване, която можем да видим в „Стар Трек“. Пилотът на такъв междузвезден кораб ще седи във вътрешността на един мехур (наричан „уорп мехур“), в който на пръв поглед всичко ще изглежда нормално, дори когато космическият кораб преодолее светлинната бариера. На практика пилотът ще смята, че се намира в състояние на покой. Обаче извън уорп мехура ще протичат необикновени изкривявания на континуума пространство-време, докато пространството пред уорп мехура ще бъде компресирано. Няма да има забавяне на времето, затова то ще протича по обичайния начин във вътрешността на уорп мехура.

Алкубиер признава, че „Стар Трек“ може да е изиграл известна роля за откриването на това решение. „Героите на «Стар Трек» непрекъснато говорят за уорп двигателя — представата, че деформирате пространството — казва той. — Ние вече имахме теория за това как пространството може или не може да бъде изкривено и това е общата теория на относителността. Помислих си, че трябва да има

някакъв начин да използваме тези концепции, за да разберем как би проработил един уорп двигател.“^[3] Вероятно това е първият път, когато филм е помогнал на учените, като е вдъхновил откриването на решение на едно от уравненията на Айнщайн.

Алкубиер изказва теоретично предположението, че едно пътуване в предлагания от него междузвезден кораб ще прилича на пътешествие, извършено на „Хилядолетния сокол“ от „Междузвездни войни“. „Струва ми се, че вероятно пътниците ще видят нещо, което много прилича на това. Звездите пред кораба ще се превърнат в дълги линии, в ивици. Зад себе си няма да виждат нищо — освен мрак, — защото светлината, излъчвана от звездите, не би могла да се движи достатъчно бързо, за да ги догони“, казва той.^[4]

Ключът към двигателя на Алкубиер е енергията, необходима за задвижването на космическия кораб със скорости, по-големи от тази на светлината. Обикновено физиците започват с положително количество енергия, за да задвижат междузвезден кораб, който винаги се движи по-бавно от светлината. За да преодолее това ограничение така, че да бъде в състояние да се движи със скорост, по-голяма от тази на светлината, човек трябва да смени горивото. Едно просто изчисление показва, че ще ви трябва „отрицателна маса“ или „отрицателна енергия“, които са може би най-екзотичните обекти във Вселената, ако изобщо съществуват. По традиция физиците са отхвърляли съществуването на отрицателната енергия и отрицателната маса като научна фантастика. Но сега се убеждаваме, че те са задължителни за пътуването по-бързо от светлината и може би наистина съществуват.

Учените са търсели отрицателна материя в естествени условия, но досега не са постигнали успех. (Антиматерията и отрицателната енергия са две напълно различни неща. Първата от тях съществува и притежава положителна енергия, но с обърнат заряд. А все още не е доказано съществуването на отрицателната материя.) Отрицателната материя би представлявала твърде особен обект, тъй като би била по-лека от нищото. На практика тя би се реела безцелно из пространството. Ако отрицателната материя е съществувала в началото на Вселената, тя е щяла да се разпръсне из открития космос. За разлика от метеорите, които се сгромолясват на планетите, тъй като са притеглени от планетарната гравитация, отрицателната енергия би избягвала планетите. Тя би била отблъсквана, а не привлечана, от

големите тела като звездите и планетите. Вследствие на това, въпреки че отрицателната енергия може да съществува, очакваме да я открием само дълбоко в Космоса, със сигурност не на Земята.

Едно предложение за откриването на отрицателна материя в открития космос включва използването на явлениято, наречено „лещи на Айнщайн“. Когато светлината се движи около една звезда или галактика, пътят ѝ се прегъва от нейната гравитация според общата относителност. През 1912 г. (още преди Айнщайн да разработи напълно общата относителност) той предсказал, че една галактика би могла да бъде в състояние да действа като леща на телескоп. Светлината от далечен обект, движещ се около съседна галактика, би се съсредоточила в една точка, докато той преминава около Галактиката, подобно на леща, образувайки характерен пръстенев модел, когато светлината накрая достигне Земята. Тези природни явления сега се наричат „пръстени на Айнщайн“. През 1979 г. първата от тези лещи на Айнщайн е била наблюдавана в открития космос. Оттогава насетне лещите на Айнщайн са станали крайно необходим инструмент за астрономите. (Например някога се смятало, че ще се окаже невъзможно да бъде локализирана „тъмната материя“ в открития космос. (Тъмната материя е мистериозна субстанция, която е невидима, но има тегло. Тя обгръща галактиките и може би количеството ѝ е десет пъти по-голямо от това на обикновената видима материя във Вселената.) Но учените от NASA са успели да картографират тъмната материя, тъй като тя пречупва светлината, докато светлината преминава през нея, по същия начин, по който стъклото пречупва светлината.)

Следователно лещите на Айнщайн трябва да бъдат използвани за търсенето на отрицателна материя и дупките-червеи в открития космос. Те трябва да пречупват светлината по специфичен начин, който трябва да се забелязва с Космическия телескоп „Хъбъл“. Досега лещите на Айнщайн не са открили изображението на отрицателна материя или дупки-червеи в открития космос, но търсенето продължава. Ако един ден космическият телескоп „Хъбъл“ открие следи от отрицателна материя или дупка-червей чрез лещите на Айнщайн, това може да отприщи шокова вълна във физиката.

Отрицателната енергия се различава от отрицателната материя по това, че тя съществува наистина, но само в незначителни

количества. През 1933 г. Хендрик Казимир направил странно предсказание, като използвал законите на квантовата теория. Той твърдял, че две незаредени успоредни метални пластини ще се привлекат взаимно, като това става сякаш по магия. Обикновено успоредните пластини са неподвижни, тъй като на тях им липсва какъвто и да е заряд. Но вакуумът между двете успоредни пластини не е празен, а изпълнен с „виртуални частици“, които ту изникват от нищото, ту изчезват в него.

За кратки периоди от време двойките от електрон и антиелектрон изскачат от нищото само за да се анихилират и да изчезнат обратно във вакуума. По ирония на съдбата празното пространство, което някога било смятано за лишено от каквото и да е, сега се оказва „пенещо се“ от квантова активност. Обикновено съвсем малките избухвания на материя и антиматерия като че ли нарушават закона за запазване на енергията. Но заради принципа на неопределеността тези съвсем малки нарушения са невероятно краткотрайни и от средностатистическа гледна точка енергията все още се запазва.

Казимир установил, че облакът от виртуални частици ще създаде мрежово налягане във вакуума. Пространството между двете успоредни пластини е ограничено и вследствие на това налягането е ниско. Но налягането извън пластините е неограничено и по-голямо и вследствие на това съществува мрежово налягане, което привлича взаимно пластините.

Обикновено настъпва състояние на нулева енергия тогава, когато двете пластини се намират в покой и са раздалечени една от друга. Но докато пластините се приближават една към друга, можете да добиете енергия от тях. По този начин, тъй като кинетичната енергия е била извадена от пластините, енергията им е по-малка от нула.

Тази отрицателна енергия наистина била измерена в лабораторни условия през 1948 г. и резултатите потвърдили предвиждането на Казимир. Така отрицателната енергия и ефектът на Казимир вече не са научна фантастика, а установен факт. Проблемът обаче се състои в това, че ефектът на Казимир е твърде слаб. Необходимо е фино измервателно оборудване, достигащо сегашното равнище на технологично усложнение, за да бъде открита тази енергия в лабораторни условия. (И изобщо, енергията на Казимир е пропорционална на противоположната четвърта сила на разстоянието,

разделящо пластините. Това означава, че колкото е по-малко разделящото ги пространство, толкова по-голяма е енергията.) Ефектът на Казимир е бил измерен точно през 1996 г. от Стивън Ламоро в Националната лаборатория в Лос Аламос, а силата на привличане достига 1/30 000 от теглото на една мравка.

Откакто Алкубиер предложи пръв своята теория, физиците са открили ред странни свойства. Хората, намиращи се в междузвездния кораб, са откъснати каузално от външния свят. Това означава, че не можете просто да натиснете един бутон по свое желание и да започнете да се движите по-бързо от светлината. Не можете да поддържате връзка през мехура. Трябва да има „магистрала“ през пространството и времето, която да съществува отпреди това, подобно на поредица от влакове, които се движат редовно по разписание. В този смисъл междузвездният кораб няма да бъде обикновен кораб, който може да сменя посоките и скоростите по желание на пилота. В действителност междузвездният кораб ще прилича на пътнически вагон, който се носи върху „вълна“ от компресирано пространство, която съществува отпреди това, за да се придвижва по съществуващ отпреди това коридор от деформирано континуум пространство-време. Алкубиер изказва теоретично следното предположение: „Ще ни бъде необходима серия от генератори на екзотична материя покрай пътя, подобна на магистрала, която манипулира пространството заради вас по синхронизиран начин.“^[5]

Наистина могат да бъдат открити още по-странни типове решения на уравненията на Айнщайн. Според тях, ако ви се предостави определено количество маса или енергия, можете да изчислите деформирането на континуума пространство-време, което ще предизвика масата или енергията (по същия начин, по който, ако хвърлите камък в езеро, можете да изчислите вълните, които той ще създаде). Но можете и да обърнете уравненията отзад напред. Започнете с един странен континуум пространство-време от типа, срещан в някои епизоди на „Зоната на здрача“. (В тези вселени например можете да отворите една врата и да се озовете на Луната. Можете да тичате около едно дърво и да се върнете назад във времето, като вашето сърце ще се намира от дясната страна на тялото ви.) След това изчислявате разпределението на материята и енергията, свързани с този специфичен континуум пространство-време. (Това означава, че

ако ви дадат странна сбирка от вълни на повърхността на едно езеро, можете да извършите работа с обратно действие и да изчислите разпределението на камъните, които са били необходими за създаването на тези вълни). На практика това е бил начинът, по който Алкубиер е извел своите уравнения. Той започнал с континуума пространство-време, който бил съвместим с движение, по-бързо от светлината, а след това извършил работа с обратно действие и пресметнал енергията, необходима за неговото създаване.

ДУПКИ-ЧЕРВЕИ И ЧЕРНИ ДУПКИ

Освен разтягането на пространството вторият възможен начин за преодоляване на светлинната бариера е това да стане чрез разкъсване на пространството посредством дупки-червеи — проходи, които свързват две вселени. В белетристиката пръв за дупка-червей споменава оксфордският математик Чарлс Доджсън, автор на „Алиса в огледалния свят“ под псевдонима Луис Карол. Огледалото на Алиса е дупката-червей, която свързва околностите на Оксфорд с вълшебния свят на Страната на чудесата. Пъхвайки ръката си през Огледалото, Алиса може да бъде прехвърлена мигновено от една вселена в друга. Математиците ги наричат „умножени свързани пространства“.

Понятието „дупки-червеи“ във физиката датира от 1916 г., т.е. една година, след като Айнщайн публикува епичната си обща теория на относителността. Физикът Карл Шварцшилд, който по онова време служел в армията на кайзера, успял да реши уравненията на Айнщайн само за случая на една-единствена точковидна звезда. Далеч от звездата нейното гравитационно поле приличало много на гравитационното поле на обикновена звезда и на практика Айнщайн използвал решението на Шварцшилд, за да изчисли отклонението на светлината около една звезда. Решението на Шварцшилд оказало незабавно и дълбоко въздействие върху астрономията и дори днес то е едно от най-прочутите решения на уравненията на Айнщайн. Поколения наред физици използвали гравитационното поле около тази точковидна звезда като приближение до полето около една истинска звезда, която има ограничен диаметър.

Но ако вземете насериозно това точковидно решение, след това ще откриете, че в центъра му се спотайва чудовищен точковиден обект, който е шокирал и смайвал физиците в продължение на почти сто

години — една черна дупка. Решението на Шварцшилд за гравитацията на една точковидна звезда прилича на Троянски кон. Отвън то изглежда като дар от небето, но вътре в него се крият всякакви демони и духове. Но ако сте приели едното, то трябва да приемете и другото. Решението на Шварцшилд показва, че докато приближавате тази точковидна звезда, стават странни неща. Около звездата има невидима сфера (наречена „хоризонт на събитията“), която била точка, от която нямало завръщане. Всичко минавало през нея, но нищо не можело да излезе навън, подобно на един Роуч мотел. Щом сте минали през хоризонта на събитията, повече никога не се връщате. (Щом се озовете вътре в хоризонта на събитията, ще трябва да се движите по-бързо от светлината, за да избягате навън извън хоризонта на събитията, а това ще се окаже невъзможно.)

Докато приближавате хоризонта на събитията, вашите атоми ще бъдат разтягани от приливните сили. Гравитацията, усетена от нозете ви, ще бъде много по-голяма от гравитацията, усетена от главата ви, затова ще бъдете „спагетиран“ и след това разкъсан. Атомите на вашето тяло също ще бъдат разтегнати и разкъсани от гравитацията.

На външния наблюдател, който следи вашето доближаване до хоризонта на събитията, ще му се струва, че забавяте ход във времето. На практика, когато се блъснете в хоризонта на събитията, ще изглежда, че времето е спряло!

Нещо повече, докато падате край хоризонта на събитията, ще видите светлина, която е била уловена в клопка и кръжи около тази черна дупка от милиарди години. Ще изглежда така, сякаш наблюдавате анимационен филм, който разказва подробно цялата история на черната дупка, връщайки се в самото ѝ начало.

И накрая, ако е възможно да паднете право през черната дупка, от другата страна ще има друга вселена. Това се нарича „мост на Айнщайн-Розен“ — понятие, въведено за първи път от Айнщайн през 1935 г., което днес наричат дупка-червей.

Айнщайн и други физици били на мнение, че една звезда никога няма да може да се развие по естествен път в такъв чудовищен обект. Всъщност, през 1939 г. Айнщайн публикувал статия, в която показвал, че една циркулираща маса от газ и прах никога няма да се кондензира в такава черна дупка. Затова, въпреки че има дупка-червей, която се спотайва в центъра на една черна дупка, той бил сигурен, че такъв

странен обект никога не може да се образува по естествен начин. Всъщност веднъж астрофизикът Артър Едингтън казал, че трябва да „има някакъв природен закон, който да пречи на една звезда да се държи по този абсурден начин“. С други думи, черната дупка била наистина допустимо решение на уравненията на Айнщайн, но не съществувал известен механизъм, по който можела да се образува такава по естествен път.

Всичко това се променило с публикуването на една статия на Дж. Робърт Опенхаймер и на неговия студент Хартланд Снайдър, която била написана през същата година и в която се показвало, че черните дупки наистина могат да се образуват по естествен път. Те допуснали, че една умираща звезда е използвала цялото си ядрено гориво и след това е изпаднала в колапс под влияние на гравитацията, така че се е спускала под въздействие на собственото си тегло. Ако гравитацията може да компресира звездата до точката на хоризонта на събитията вътре в нея, нищо, известно на науката, не може да попречи на гравитацията да сгъсти звездата до точка с големината на частица или до черна дупка. (Този имплозивен метод може би е дал на Опенхаймер ключа към конструирането на бомбата, пусната над Нагасаки само няколко години по-късно, която се взривява след спукването на плутониева сфера.)

Следващият пробив настъпил през 1963 г., когато новозеландският математик Рой Кер проучил може би най-реалистичния пример за черна дупка. Обектите се въртят по-бързо, докато се смалават, до голяма степен по същия начин, по който кънкьорите се въртят по-бързо, когато доближат ръце до тялото си. В резултат на това черните дупки трябва да се въртят с фантастична скорост.

Кер установил, че една въртяща се черна дупка не би колапсирала в точковидна звезда, както е допуснал Шварцшилд, а би колапсирала във въртящ се пръстен. Всеки, който има достатъчно лошия късмет да удари пръстена, ще загине, но някой, който ще падне в него, няма да умре, а в действителност ще мине през него. Но вместо да се озове на другата страна на пръстена, той или тя ще мине по моста на Айнщайн-Розен и ще попадне в друга вселена. С други думи, въртящата се черна дупка е рамката на Огледалото на Алиса.

Ако той или тя трябва да преминат около въртящия се пръстен за втори път, той или тя ще проникнат в трета вселена. На практика повторното влизане във въртящия се пръстен ще изпраца един човек в различни паралелни вселени до голяма степен като натискането на бутона за издигане нагоре в един асансьор. По принцип може да има безброй вселени, като всяка от тях е струпана върху по-долната. „Мини през този вълшебен пръстен и — ето! — ти си в съвсем различна вселена, където радиусът и масата са отрицателни!“, написал Кер.^[6]

Обаче в това положение се крие една важна уловка. Черните дупки са примери за „непрекосими дупки-червей“, т.е. минаването през хоризонта на събитията е еднопосочно пътуване. Щом минете през хоризонта на събитията и пръстена на Кер, не можете да се върнете през пръстена и да излезете навън през хоризонта на събитията.

Но през 1988 г. Кип Торн и неговите колеги в Кал Тек (Калифорнийския технологичен институт) намерили пример за прекосима дупка-червей, т.е. дупка-червей, през която можете да се движите свободно назад-напред. Всъщност, що се отнася до решението на проблема, пътуването през дупка-червей не би било по-лошо от возенето на самолет.

В обичайни условия гравитацията би строшила гърлото на дупката-червей, като би унищожила астронавтите, които се опитват да стигнат до другата страна. Това е една от причините, поради които побързото от светлината пътуване през дупка-червей не е възможно. Но можем да си представим, че отблъскващата сила на отрицателната енергия или отрицателната маса може да държи отворено гърлото достатъчно дълго, за да предостави на астронавтите чист път, по който да преминат. С други думи, отрицателната маса или енергия е крайно необходима и на двигателя на Алкубиер, и на решението, предоставяно от дупката-червей.

През последните няколко години бяха открити поразително много точни решения на уравненията на Айнщайн, които вземат предвид дупките-червей. Но дали дупките-червей съществуват наистина, или те са само плод на въображението на математиците? Дупките-червей са изправени пред няколко значителни проблема.

Първо, за да предизвика силни изкривявания на континуума пространство-време, които са необходими за преминаването през

дупка-червей, човек би се нуждаел от невероятни количества положителна и отрицателна материя от порядъка на огромна звезда или черна дупка. По изчисления на Матю Вайсър — физик работещ във Вашингтонския университет, количеството на отрицателната енергия, което ще ви бъде необходимо, за да разгърнете еднометрова дупка-червей, може да се сравни с масата на Юпитер и не стига, ами тя ще трябва да бъде и отрицателна. Той казва: „Ще ви трябва една отрицателна маса на Юпитер, за да свършите работата. Само по себе си манипулирането на една положителна енергийна маса на Юпитер вече представлява доста сложен проблем, надминаващ много нашите възможности в предвидимото бъдеще.“^[7]

Кип Торн от Кал Тек институт изказва теоретично следното предположение: „Ще се окаже, че законите на физиката действително допускат съществуването на достатъчно екзотична материя в дупки-червеи с човешка големина — екзотична материя, която ги държи отворени. Но ще се окаже и че технологията за изработване на дупки-червеи и държането им отворени надминава невъобразимо много възможностите на човешката цивилизация.“^[8]

Второ, не знаем колко стабилни ще бъдат тези дупки-червеи. Радиацията, генерирана от тях, може би ще убие всеки, който влезе вътре. Или може би те изобщо няма да бъдат стабилни, тъй като ще се затворят веднага щом някой влезе в тях.

Трето, светлинните лъчи, които ще падат в черната дупка, ще бъдат синьо изместени; т.е. ще достигат все по-голяма енергия, докато се приближават до хоризонта на събитията. На практика, при самия хоризонт на събитията, светлината е с неограничено синьо изместване от техническа гледна точка, затова радиацията, излъчена от тази падаща вътре енергия, може да убие всички в ракетата.

Да разгледаме проблемите в подробности. Един от проблемите се състои в натрупването на достатъчно енергия, която да разкъса тъканта на континуума пространство-време. Най-простият начин да постигнем това е да компресируем един обект, докато стане по-малък от своя „хоризонт на събитията“. В случая със Слънцето, това означава компресирането му до обект с диаметър 2 мили (около 3,6 км), след което то ще колапсира в черна дупка. (Гравитацията на Слънцето е прекалено слаба, за да го компресира по естествен път до обект с диаметър от 2 мили, затова нашето Слънце никога няма да се превърне

в черна дупка. По принцип това означава, че всичко може да се превърне в черна дупка, като в това число влизате дори и вие, ако бъдете компресиран достатъчно. Това ще означава, че всички атоми на вашето тяло са компресирани до разстояния, които са по-малки от субатомните — изключително постижение, което надминава възможностите на модерната наука.)

По-практично би било да сглобим батарея от лазерни лъчи, която да изстреля интензивен лъч към точно определено място. Или да конструираме огромен атомен ускорител, който да генерира два лъча, които след това биха се сблъскали помежду си с фантастични енергии, достатъчни за създаването на малък процеп в тъканта на континуума пространство-време.

ЕНЕРГИЯТА НА ПЛАНК И УСКОРИТЕЛИТЕ НА ЧАСТИЦИ

Човек може да изчисли енергията, която е необходима за създаването на нестабилност в континуума пространство-време и тя е от порядъка на енергията на Планк или 10^{19} милиарда електронволта. Това е наистина невъобразимо голямо число, което е квадрилион пъти по-голямо от енергията, достижима с помощта на днешната най-мощна машина — Големия адронен колайдер (LHC), който е разположен близо до Женева, Швейцария. LHC е в състояние да върти протони в една голяма „поничка“, докато те достигнат енергийни равнища от трилиони електронволта — енергии, наблюдавани след Големия взрив. Но дори тази чудовищна машина се проваля бързо в опитите си да произведе енергия, която се доближава поне в известна степен до енергията на Планк.

Следващият ускорител на частици след LHC ще бъде Международният линеен колайдер (ILC). Вместо да огъва пътя на субатомните частици в кръг ILC ще ги изстрелва по прав път. Енергията ще бъде инжектирана, докато частиците се движат по този път до достигането на невъобразимо високи енергийни равнища. След това сноп от електрони ще се сблъска с антиелектрони, предизвиквайки огромно енергийно избухване. ILC ще бъде дълъг между 30 и 40 километра или ще надвишава десетократно дължината на Станфордския линеен ускорител, който в момента е най-големият линеен ускорител. Ако всичко върви наред, ILC трябва да бъде завършен някъде през следващото десетилетие.

Енергията, произвеждана от ILC, ще варира в рамките на 0,5 и 1,0 трилион електронволта — което е по-малко от 14-те трилиона електронволта на LHC, но не бива да се подлъгваме от това. (В LHC сблъсъците между протоните протичат между съставните кварки, които образуват протона. Вследствие на това сблъсъците с участие на кварки достигат по-малко от 14 трилиона електронволта. Ето защо ILC ще произвежда колизионни енергии, които ще бъдат по-големи от тези на LHC.) Също така, тъй като електронът няма известна съставна част, динамиката на сблъсъците между електрона и антиелектрона е по-проста и по-чиста.

Но реално погледнато, ILC също ще се провали бързо в опитите си да отвори дупка в континуума пространство-време. За тази цел ще ви трябва ускорител, който е квадрилион пъти по-моцнен. За нашата цивилизация, която е от 0 тип и използва мъртви растения за гориво (например нефт и въглища), тази технология надминава всичко, което можем да измислим. Но тя може да стане възможна за една цивилизация от III тип.

Спомнете си, че една цивилизация от III тип, която достига галактични мащаби в своята енергийна употреба, потребява 10 милиарда пъти повече енергия от една цивилизация от II тип, чието потребление се основава на енергията на една-единствена звезда. А една цивилизация от II тип на свой ред потребява 10 милиарда пъти повече енергия от една цивилизация от I тип, чието потребление се основава на енергията на една-единствена планета. За период с продължителност между сто или двеста години нашата немоцна цивилизация от 0 тип ще достигне статуса на цивилизация от I тип.

Като се има предвид това проектиране на бъдещето, ние сме много, много далеч от възможността да достигнем енергията на Планк. Физиците са на мнение, че на изключително къси разстояния, при разстоянието на Планк от 10^{-33} сантиметра, пространството не е празно или гладко, а става „пенливо“. То се пени от съвсем малки мехурчета, които постоянно изникват от нищото, сблъскват се с други мехурчета, а после изчезват обратно във вакуума. Тези мехурчета, които се стрелкат навън-навътре из вакуума, са „виртуални вселени“, които приличат много на виртуалните частици на електроните и антиелектроните, които изскачат от нищото и после изчезват.

Обикновено тази квантова пространствено-времева „пiana“ е напълно невидима за нас. Тези мехурчета се образуват на толкова къси разстояния, че не можем да ги наблюдаваме. Но квантовите физици изказват предположението, че ако концентрираме достатъчно енергия в една-единствена точка, докато достигнем енергията на Планк, тези мехурчета могат да станат големи. Тогава бихме видели пространствено-времето разпенване от съвсем малки мехурчета, като всяко мехурче е дупка-червей, свързана с „бебе-вселена“.

В миналото тези бебета-вселени били смятани за интелектуален куриоз, за странно следствие от чистата математика. Но сега физиците сериозно смятат, че нашата вселена може да е започнала първоначално съществуването си като една от тези бебета-вселени.

Подобно мислене е най-обикновено теоретизиране, но законите на физиката допускат възможността да бъде отворена дупка в пространството чрез концентрирането на достатъчно енергия в една-единствена точка, докато достигнем пространствено-времето пiana и се появят дупки-червей, свързващи нашата вселена с една бебе-вселена.

Отварянето на дупка в пространството, разбира се, би изисквало значителни пробиви в технологиите, но и в този случай това може да се окаже възможно за една цивилизация от III тип. Например, имало е обещаващи разработки в нещо, наречено „ускорител върху маса на Уейкфийлд“. Забележителен е фактът, че този атомен разбивач е толкова малък, че може да бъде поставен върху маса, но той е в състояние да генерира милиарди електронволта енергия. Ускорителят върху маса на Уейкфийлд работи, като изстрелва лазери върху заредени частици, които после се носят върху енергията на този лазер. Експерименти, извършени в Станфордския линеен ускорителен център, в лабораторията „Ръдърфорд Ейпълтън“ в Англия и в „Екол Политехник“ в Париж, показват, че огромните ускорения са възможни дори на малки разстояния, когато се използват лазерни лъчи и плазма за инжектирането на енергия.

Но през 2007 г. бил направен още един пробив, когато физиците и инженерите в Станфордския линеен ускорителен център, UCLA и USC демонстрирали, че можете да удвоите енергията на един огромен ускорител на частици в рамките само на един метър. Те започнали със сноп от електрони, които били изстреляни по тръба с дължина от две

мили (около 3,6 км) в Станфорд, достигайки енергия от 42 милиарда електронволта. След това тези високоенергийни електрони били изпратени през „последващ инжектор“, който се състоял от плазмена камера, дълга само 88 сантиметра, където електроните придобили още 42 милиарда електронволта, удвоявайки своята енергия. (Плазмената камера е пълна с литиев газ. Докато електроните минават през газа, те създават плазмена вълна, която създава вълна. Тази вълна на свой ред се влива в задната част на електронния сноп и после го бутва напред, придавайки му допълнителен тласък.) При това смайващо постижение физиците подобрили три хиляди пъти предишния рекорд за количеството енергия на метър, с която те биха могли да ускорят един електронен сноп. Като прибавя подобни „последващи инжектори“ към съществуващите ускорители, човек би могъл по принцип да удвои тяхната енергия почти безплатно.

Днес световният рекорд на един ускорител върху маса на Уейкфийлд е 200 милиарда електронволта на метър. Съществуват многобройни проблеми при измерването на този резултат на по-големи разстояния (от рода на поддържането на стабилността на снопа, докато лазерната енергия бъде напompана в него). Но ако допуснем, че бихме могли да поддържаме равнище на мощност от 200 милиарда електронволта на метър, това означава, че ускорител, който е в състояние да достигне енергията на Планк, ще трябва да бъде дълъг 10 светлинни години. Това е напълно във възможностите на една цивилизация от III тип.

Дупките-червеи и разтегнатото пространство могат да ни осигурят най-реалистичния начин за преодоляване на светлинната бариера. Но не е известно дали тези технологии са стабилни. Ако са такива, все още ще бъде необходимо невероятно количество енергия-положителна или отрицателна, за да ги накараме да проработят.

Може би една напреднала цивилизация от III тип вече разполага с тази технология. Ще изминат хилядолетия, преди да можем дори да си помислим, че сме в състояние да овладеем мощност от този мащаб. Тъй като все още има спорове за фундаменталните закони, които управляват тъканта на континуума пространство-време на квантово равнище, бих класифицирал по-бързото от светлината пътуване като способност, спадаща към Клас II на невъзможните неща.

- [1] Cavelos, c. 137. ↑
- [2] Kaku, *Parallel Worlds*, c. 307. ↑
- [3] Cavelos, c. 151. ↑
- [4] Cavelos, c. 154. ↑
- [5] Cavelos, c. 154. ↑
- [6] Kaku. *Parallel Worlds*, c. 121. ↑
- [7] Cavelos, c. 145. ↑
- [8] Hawking, c. 146. ↑

12. ПЪТУВАНЕ ВЪВ ВРЕМЕТО

Ако пътуването във времето е възможно, къде са туристите от бъдещето?

Стивън Хокинг

„(Пътуването във времето) противоречи на разума“, каза Филби.

„Кой разум?“, попита Пътешественикът във времето.

Х. Дж. Уелс

В романа „Уравнението на Янус“ авторът Дж. Сприл изследва един от мъчителните проблеми, свързани с пътуването във времето.^[1] В тази приказка блестящ математик, чиято цел е да открие тайната на пътуването във времето, среща странна, красива жена, и те стават любовници, въпреки че не знае нищо за нейното минало. Той започва да се интересува от разкриването на истинската ѝ самоличност. Накрая открива, че тя някога си е направила пластична операция, за да промени чертите на лицето си. И че е претърпяла операция за смяна на пола. Накрая установява, че „тя“ в действителност е пътешественик във времето, дошъл от бъдещето, и че „тя“ в действителност е самият той, но от бъдещето. Това означава, че е правил любов със самия себе си. И човек започва да си задава въпроса какво би станало, ако те бяха имали дете? И ако това дете беше отишло в миналото, за да израсне и стане математикът от началото на историята, то в такъв случай възможно ли е да бъдете своя собствена майка, баща, син и дъщеря?

ПРОМЯНА НА МИНАЛОТО

Времето е една от големите загадки във Вселената. Всички ние сме пометени в реката на времето против нашата воля. Около 400 г. св. Августин пише надълго и нашироко за парадоксалния характер на времето: „Как може да има минало и бъдеще, когато миналото вече не

протича, а бъдещето още не е настъпило? Що се отнася до настоящето, ако то беше винаги налице и никога не се движеше напред, за да стане минало, нямаше да бъде време, а вечност.“^[2] Ако развием по-нататък логическите разсъждения на св. Августин, ще видим, че времето не е възможно, тъй като миналото го няма, бъдещето не съществува, а настоящето съществува само за миг. (След това св. Августин задава дълбокомислени теологични въпроси за това как времето трябва да повлияе на Бога — въпроси, уместни дори и днес. Ако Бог е всемогъщ и всесилен, пише теологът, тогава Той обвързан ли е от протичането на времето? С други думи, дали Бог, подобно на останалите от нас — простосмъртните, трябва да бърза, защото е закъснял за уговорена среща? Накрая св. Августин стига до заключението, че Бог е всемогъщ и вследствие на това не може да бъде ограничен от времето и следователно — би трябвало да съществува „извън времето“. Въпреки че концепцията за съществуване извън времето изглежда абсурдна, това е идея, която изниква отново в модерната физика, както ще видим по-нататък.)

Подобно на св. Августин всички ние понякога сме си блъскали главата над странното естество на времето и над това по какво то се различава от пространството. Ако можем да се движим напред-назад в пространството, защо не можем да правим това и във времето? Всички ние сме се питали какво може да крие за нас бъдещето във времето след нашия живот. Хората имат ограничена продължителност на живота, но ние горим от любопитство да узнаем събитията, които ще се случат дълго, след като няма да ни има.

Въпреки че нашият копнеж по пътуването във времето вероятно е древен колкото самото човечество, очевидно първото записано пътуване във времето са „Спомени за двадесети век“, написани през 1733 г. от Самюъл Мадън. В тях се разказва за ангел от 1997 г., който пропътувал повече от 250 години назад във времето, за да даде на един британски посланик документи, в които се описва светът на бъдещето.

Щяло да има още много такива истории. Разказът от 1838 г. „Човекът, който изпуска своя дилижанс: Един анахронизъм“, чийто автор е анонимен, е посветен на човек, чакащ дилижанс, който изведнъж се връща хиляда години назад в миналото. Той среща монах от древен манастир и се опитва да му обясни как ще се развие историята през следващите хиляда години. След това човекът

изведнъж се оказва също толкова мистериозно прехвърлен в настоящето, където всичко си е както преди, като изключим това, че е изпуснал дилижанса си.

Дори романът на Чарлс Дикенс от 1843 г. „Коледна песен“ е нещо като история за пътуване във времето, защото Ебънизър Скрудж е прехвърлен първо в миналото, а след това в бъдещето, за да види с очите си света преди настоящето и след своята смърт.

В американската литература първата поява на пътуване във времето датира от романа на Марк Твен от 1889 г. „Един янки в двора на крал Артур“. Един янки от XIX в. е върнат назад във времето, за да попадне в двора на крал Артур през 528 година. Той е взет в плен и му предстои да бъде изгорен на клада, но той обявява, че има силата да скрие Слънцето, знаейки, че в същия този ден ще има слънчево затъмнение. Когато то настъпва, тълпата изпада в ужас и се съгласява да го пусне на свобода, като му дари привилегии в замяна на връщането на Слънцето.

Но първият сериозен опит за проучване на пътуването във времето в белетристиката е класическият роман на Х. Дж. Уелс „Машината на времето“, в който героят е изпратен стотици хиляди години напред в бъдещето. В това далечно бъдеще самото човечество е разделено по генетичен път на две раси, заплашителните морлоки, които обслужват мръсни подземни машини, и безползните, детеподобни елои, които танцуват на слънчева светлина в горния свят и така и не осъзнават каква ужасна участ ще ги сполети (когато бъдат изядени от морлоките).

Оттогава пътуването във времето е станало постоянна характеристика на научната фантастика, като се почне от „Стар Трек“ и се стигне до „Завръщане в бъдещето“. В „Супермен I“, когато Супермен узнава, че Лоис Лейн е умряла, той решава в отчаянието си да върне назад стрелките на времето, политайки като стрела около Земята, по-бързо от светлината, докато самото време се върне назад. Земята забавя ход, спира и накрая се завърта в противоположната посока, докато стрелките на всичките часовници на Земята се въртят назад. Прииждащите води се оттеглят с бушуване назад, строшените бентове се поправят като по чудо и Лоис Лейн се връща от царството на мъртвите.

От научна гледна точка пътуването във времето е било невъзможно в Нютоновата вселена, където времето е смятано за стрела. Щом бъде изстреляна, тя не може никога да се отклони от своето минало. Една секунда на Земята се равнява на една секунда в цялата вселена. Тази представа била преодоляна от Айнщайн, който показал, че времето прилича повече на река, която лъкатуши из Вселената — ту ускорявайки, ту забавяйки ход, докато се извива из звездите и галактиките. Затова една секунда на Земята не е абсолютна и времето е различно, когато пътуваме из Вселената.

Както посочих по-горе, според специалната теория на относителността на Айнщайн, времето забавя ход в една ракета толкова повече, колкото по-бързо се движи тя. Научните фантасти изказват теоретично хипотезата, че ако сте в състояние да преодолеете светлинната бариера, ще можете да се върнете назад във времето. Но това не е възможно, тъй като ще трябва да имате неограничена маса, за да достигнете скоростта на светлината. Скоростта на светлината е последната бариера пред всяка ракета. Екипажът на „Ентърпрайс“ в „Стар Трек IV: Завръщане на Земята“ отвлича един клингонски космически кораб и го използва, за да профучи около Слънцето, служейки си с него като пращка, за да преодолее светлинната бариера с цел да се озове в Сан Франциско през 60-те години на ХХ век. Но това противоречи на законите на физиката.

Независимо от това пътуването в бъдещето е възможно и истинността на твърдението е била потвърждавана експериментално милиони пъти. Пътуването на героя на „Машината на времето“ в далечното бъдеще наистина е физически възможно. Ако на един астронавт му се наложи да се движи със скорост, близка до тази на светлината, може да му потрябва, да речем, около една минута, за да стигне до най-близките звезди. На Земята ще са изминали четири години, но за него ще е изминала само една минута, защото времето ще е забавило ход в ракетния кораб. Вследствие на това той ще е пропътувал четири години напред в бъдещето, както ще бъде потвърдено експериментално тук, на Земята. (Нашите астронавти действително правят кратко пътуване в бъдещето всеки път когато отиват в открития космос. Докато те се движат с 18 000 мили (около 32 000 км) в час над Земята, стрелките на техните часовници забавят съвсем слабо ход в сравнение с часовниците на Земята. Вследствие на

това след едногодишна мисия на космическата станция те наистина са пропътували частица от една секунда в бъдещето до времето, когато кацат на Земята. Световният рекорд за пътуване в бъдещето в момента се държи от руския космонавт Сергей Авдеев, който се е движел в орбита в продължение на 748 дни и вследствие на това е бил запратен 0,2 секунди в бъдещето.)

Затова машина на времето, която може да ни отведе в бъдещето, е съвместима със специалната теория на относителността на Айнщайн. Но какво ще кажете за пътуването назад във времето?

Ако можехме да пътуваме назад в миналото, щеше да бъде невъзможно да се пише история. Веднага щом един историк напишеше историята на миналото, някой ще може да се върне в миналото и да го промени. Машините на времето не само щяха да лишат от работа историците, но и да ни дадат възможност да променяме по свое желание хода на времето. Ако например ни се наложеше да се върнем в ерата на динозаврите и случайно настъпехме бозайник, който по някаква случайност е наш прародител, може би съвсем случайно щяхме да унищожим целия човешки род. Историята щеше да се превърне в един безкраен, налудничав епизод от сериала „Монти Пайтън“, докато туристите от бъдещето щяха да се тъпчат взаимно на исторически събития, опитвайки се да ги заснемат от най-подходящите ъгли с камерите си.

ПЪТУВАНЕ ВЪВ ВРЕМЕТО: ЛЮБИМА ТЕМА НА ФИЗИЦИТЕ

Може би човекът, който се е отличил най-много в трудните математически уравнения, свързани с черните дупки и машините на времето, е космологът Стивън Хокинг. За разлика от другите изследователи на относителността Хокинг не изпъквал сред съучениците си като малък. Очевидно той бил изключително умен, но учителите му отбелязвали често, че не умее да се съсредоточава върху задачите и никога не разкрива пълния си потенциал. Но през 1962 г. в живота му настъпва обрат след завършване на образованието му в Оксфорд, когато започва да забелязва за първи път в себе си симптомите на АСС (амиотрофична странична склероза). Той е разтърсен от вестта, че страда от това неизлечимо заболяване на двигателните неврони, което ще го лиши от всякакви двигателни функции и вероятно за кратко време ще го погуби. Първоначално

вестите били изключително обезпокоителни. Каква полза тогава от дипломирането, ако така или иначе смъртта му приближава?

Но щом се съвзема от първоначалния шок, той започва да се концентрира истински за първи път в живота си. Осъзнавайки, че не му остава много време, се захваща ожесточено с най-трудните проблеми в общата относителност. В началото на 70-те години на ХХ в. той публикува епохална серия от статии, в които показва, че „сингулярностите“ в теорията на Айнщайн (където гравитационното поле става безкрайно, както в центъра на черните дупки, така и в мига на Големия взрив) са основна характеристика на относителността и не могат да бъдат отхвърлени лесно (както е мислел Айнщайн). През 1974 г. Хокинг доказва и че черните дупки не са напълно черни, а постепенно изпускат лъчение, днес известно като лъчението на Хокинг, защото то може да пробие тунел през гравитационното поле дори на черна дупка. Тази статия е първото значително приложение на квантовата теория върху теорията на относителността и е най-известният му труд.

Както било прогнозирано, АСС довела бавно до парализа на ръцете, краката и дори на гласовите му връзки, но това ставало много по-бавно, отколкото предричали лекарите първоначално. В резултат на това той изживява много от обичайните събития, които протичат в живота на обикновените хора, като става баща на три деца (сега вече е и дядо), развежда се с първата си жена през 1991 г., след четири години се оженва за съпругата на човека, който създава гласовия му синтезатор, и подава молба за развод с втората си жена през 2006 година. През 2007 г. името му попадна в заглавията на вестниците, когато той се качва на борда на един реактивен самолет, където изпада в безтегловност. Така реализира мечта, която лелее цял живот. Следващата му цел е да излети в открития космос.

Днес той е почти напълно парализиран в своята инвалидна количка, като поддържа връзка с външния свят единствено чрез движения на очите си. Но дори с този унищожителен недъг той все още пуска шеги, пише статии, чете лекции и участва в спорове. Той, който само движи очите си, е по-продуктивен от цели екипи учени, които контролират напълно своите тела. (Неговият колега в Кеймбриджкия университет, сър Мартин Рийс, който бе назначен за кралски астроном от кралицата, веднъж ми довери, че недъгът на

Хокинг му пречи да прави досадните изчисления, които са необходими за достигането на върха в професията му. По тази причина, вместо да прави това, той съсредоточава вниманието си върху генерирането на нови и свежи идеи, а не върху трудните изчисления, което може да бъде свършено от неговите студенти.)

През 1990 г. Хокинг прочита статии на свои колеги, които предлагат версия на машината на времето, и тутакси изразява скептицизъм. Интуицията му подсказва, че пътуването във времето не е възможно, защото няма туристи от бъдещето. Ако пътуването във времето беше толкова разпространено, колкото ходенето на пикник в парка в неделя, пътешественици във времето, дошли от бъдещето, трябваше да ни досаждат със своите камери, като ни молят да им позираме за снимка.

Хокинг отправя и едно предизвикателство към света на физиката. Той заявява, че трябва да има закон, който прави невъзможно пътуването във времето. Предлага „хипотеза за защита на хронологията“, която да „отлъчи“ пътуването във времето от законите на физиката, за да „направи историята безопасна за историците“.

Смуцаващото обаче е че каквито и усилия да полагат физиците, те не могат да открият закон, който възпрепятства пътуването във времето. Очевидно пътуването във времето изглежда съвместимо с известните закони на физиката. Тъй като не се оказва в състояние да открие физически закон, който прави невъзможно пътуването във времето, неотдавна Хокинг промени мнението си. Изявлението му веднага се появи в заглавията на лондонските вестници: „Пътуването във времето може да е възможно, но не е практично.“

Щом се оказва способност на границата на науката, пътуването във времето изведнъж се превърна в любима тема за обсъждане от физиците теоретици. Физикът Кип Торн от Кал Тек пише: „Някога пътуването във времето е било област на компетентност само на научните фантасти. Сериозните учени бягали от него като от чума — дори когато пишели художествена литература под псевдоним или я четели в усамотение. Как се промениха времената! Сега човек открива научни анализи на пътуването във времето в сериозни научни списания, чиито автори са видни физици теоретици... На какво се дължи тази промяна? Това стана, защото ние, физиците, осъзнахме, че

естеството на времето е прекалено важен въпрос, за да бъде оставен само в ръцете на научните фантасти.“[3]

Причината за цялото това объркване и вълнение е, че уравненията на Айнщайн допускат съществуването на много видове машини на времето. (Все още не е ясно обаче дали те ще преживеят предизвикателствата, отправяни от квантовата теория.) Всъщност в теорията на Айнщайн ние често се натъкваме на нещо, наричано „затворени времеподобни криви“, което е технически термин за пътищата, които позволяват пътуването в миналото. Ако следвахме пътя на затворена времеподобна крива, щяхме да се отправим на пътешествие и да се върнем, преди да сме потеглили.

Първата машина на времето включва една дупка-червей. Има много решения на уравненията на Айнщайн, които свързват две далечни точки в пространството. Но тъй като пространството и времето се преплитат взаимно в теорията на Айнщайн, същата тази дупка-червей свързва и две точки във времето. Чрез падането в дупката-червей бихте могли да пътувате (поне математически) в миналото. Можем да си представим, че след това бихте могли да пътувате до първоначалната отправна точка и да се срещнете със себе си, преди да сте се отправили на път. Но както споменахме в предишната глава, преминаването през дупката-червей в центъра на една черна дупка е еднопосочно пътуване. Както казва физикът Ричард Гот: „Не мисля, че може да се спори по въпроса, че човек може да пътува назад във времето, докато се намира в черна дупка. Въпросът е дали той ще може някога да се появи отново при нас, за да се похвали с това.“[4]

Друга машина на времето включва една въртяща се вселена. През 1949 г. математикът Курт Гьодел открива първото решение на уравненията на Айнщайн, което включва пътуване във времето. Ако Вселената се върти, то тогава, ако пътувате достатъчно бързо около същата тази вселена, ще можете да се озовете в миналото и да пристигнете, преди да сте потеглили. Следователно едно пътуване около Вселената е пътешествие в миналото. Когато астрономите посещават Института за напреднали изследвания, Гьодел често ги пита дали са открили доказателства, че Вселената се върти. Той се разочарова, когато те му казват, че има очевидни доказателства, че Вселената се разширява, но същинското въртене на Вселената е

вероятно нулево. (Иначе пътуването във времето може да се окаже нещо обикновено и историята такава, каквато я знаем, ще изпадне в колапс.)

Трето, ако вървите около един безкрайно дълъг, въртящ се цилиндър, също можете да пристигнете в отправната точка, преди да сте потеглили на път. (Това решение било открито от У. Дж. ван Стокъм през 1936 г., преди Гюделовото решение на пътуването във времето, но Ван Стокъм очевидно не е разбрал, че неговото решение допуска пътуването във времето.) В този случай, ако танцувахте около един въртящ се кол, можехте да се озовете в месец април. (Проблемът при този модел обаче е, че цилиндърът трябва да бъде безкрайно дълъг и да се върти толкова бързо, че повечето материали да се разлетят.)

Най-скорошният пример за пътуване във времето бе открит от Ричард Гот от Принстън през 1991 година. Неговото решение бе основано на откриването на гигантски космически струни (които могат да бъдат останки от първоначалния Голям взрив). Той допуска, че две големи космически струни се готвят да се сблъскат. Ако се движите бързо около тези сблъскващи се космически струни, ще пътувате назад във времето. Предимството на този тип машина на времето е, че няма да ви трябват безкрайни въртящи се цилиндри, въртящи се вселени или черни дупки. (Проблемът обаче е, че първо трябва да откриете огромни космически струни, които да се носят в пространството и след това да ги накарате да се сблъскат по прецизен начин. И възможността за връщане във времето ще бъде достъпна за съвсем кратък период.) Гот казва: „Една колапсираща примка на струна, която е достатъчно голяма, за да ви позволи да я заобиколите един път и да отидете назад във времето с една година, би трябвало да притежава повече от половината от маса-енергията на цяла галактика.“^[5]

Но по-обещаващият модел на машина на времето е „прекосимата дупка-червей“, спомената в последната глава — една дупка в континуума пространство-време, в която човек може да се движи свободно назад-напред във времето. На хартия прекосимите дупки-червеи могат да осигурят не само пътуване, по-бързо от светлината, но и пътуване във времето. Ключът към прекосимите дупки-червеи е отрицателната енергия.

Една машина на времето, която представлява прекосима дупка-червей, би се състояла от две камери. Всяка камера би се състояла от

две концентрични сфери, разделяни от съвсем малко разстояние. Чрез спукването на външната сфера двете сфери биха създали ефект на Казимир и вследствие на това биха произвели отрицателна енергия. Допуснете, че една цивилизация от III тип е в състояние да опъне дупка-червей между тези две камери (като може би ще го извлече от пространствено-времевата пяна). Следващата стъпка е да вземете първата камера и да я изпратите в пространството със скорост, близка до тази на светлината. Времето забавя ход в тази камера, затова двата часовника вече не са синхронизирани. Времето тече с различна скорост в двете камери, които са свързани от дупка-червей.

Ако се намирате във втората камера, можете мигновено да преминете през дупката-червей в първата камера, която съществува в по-ранно време. Така вие ще осъществите движение назад във времето.

Този модел е изправен пред страшни проблеми. Дупката-червей може да е съвсем малка, много по-малка от атом. А пластините може би ще трябва да бъдат сгъстени до разстояния с дължината на Планк, за да генерират достатъчно отрицателна енергия. И последно, вие ще бъдете в състояние да се върнете във времето само в точката, в която са изградени машините на времето. Преди това времето в двете камери ще тече с една и съща скорост.

ПАРАДОКСИ И ГЛAVOБЛЪСКАНИЦИ, СВЪРЗАНИ С ВРЕМЕТО

Пътуването във времето поставя за разглеждане всякакви проблеми, както технически, така и социални. Лари Дуайър повдига морални, правни и етични въпроси, като отбелязва: „Трябва ли един пътешественик във времето, който е ударил с юмрук своето по-младо «аз» (или обратното), да бъде обвинен, че е извършил насилие? Трябва ли пътешественикът във времето, който е убил някого и след това е избягал в миналото, за да потърси убежище, да бъде съден в миналото за престъпления, които е извършил в бъдещето? Ако той се ожени в миналото, може ли да бъде съден за двуженство, макар че другата му съпруга няма да се роди през следващите почти 5 000 години?“^[6]

Но може би най-трудните за решаване проблеми са логическите парадокси, създавани от пътуването във времето. Например какво ще се случи, ако убием родителите си, преди да сме се родили? Това е логически невъзможно и се нарича „парадоксът на дядото“.

Има три начина да бъдат решени тези парадокси. Първо, може би просто повтаряте отминалата история, когато се връщате във времето, следователно превръщате в реалност миналото. В такъв случай не притежавате свободна воля. Принуден сте да завършите миналото така, както е било писано. По този начин, ако се върнете в миналото, за да разкриете тайната на пътуването във времето на своето по-младо аз, то в такъв случай е било предопределено това да се случи по този начин. Тайната на пътуването във времето е дошла от бъдещето. Такава е била съдбата ви. (Но това не ни показва откъде е дошла първоначалната идея.)

Второ, вие притежавате свободна воля, затова можете да промените миналото, но в определени граници. На вашата свободна воля не ѝ се разрешава да създаде времеви парадокс. Всеки път когато се опитвате да убиете своите родители, преди да се родите, някаква мистериозна сила ви пречи да натиснете спусъка. Това становище е защитавано от руския физик Игор Новиков. (Той твърди, че има закон, който ни пречи да вървим по тавана, въпреки че може да пожелаем да го сторим. Вследствие на това може да има закон, който да ни пречи да убием нашите родители, преди да се родим. Някакъв странен закон ни пречи да натиснем спусъка.)

Трето, Вселената се разделя на две вселени. В едната времева линия хората, които сте убили, изглеждат точно като вашите родители, но те се различават от тях, защото сега се намирате в паралелна вселена. Тази втора възможност изглежда съвместима с квантовата теория, както ще посоча по-късно, когато говоря за мултивселената.

Втората възможност е тема на филма „Терминатор 3“, в който Арнолд Шварценегер играе ролята на робот от бъдещето, в което смъртоносни машини са взели връх над хората. Малкото останали хора, които са преследвани като животни от машините, са водени от големия лидер, когото машините не са успели да убият. Обезсърчени, машините изпращат подред няколко роботи убийци назад в миналото, преди да се роди големият лидер, за да убият майка му. Но след епични боеве човешката цивилизация накрая е унищожена в края на филма, както е било предопределено да стане.

„Завръщане в бъдещето“ проучва третата възможност. Доктор Браун изобретява задвижвана с плутоний делорианска кола, която в действителност представлява машина на времето, предназначена да

извършва пътувания в миналото. Майкъл Дж. Фокс (Марти Макфлай) влиза в машината, отива в миналото и се среща със своята майка по времето, когато тя е още тийнейджърка, която след това се влюбва в него. Това предизвиква мъчителен проблем. Ако тийнейджърката, която трябва да стане майка на Марти Макфлай, отблъсне неговия бъдещ баща, те никога няма да се оженят и героят, чиято роля се играе от Майкъл Дж. Фокс, никога няма да се роди.

Проблемът се изяснява донякъде от Док Браун. Той отива при черната дъска и начертава една хоризонтална линия, която представлява времевата линия на нашата вселена. После начертава втора линия, която се отклонява от първата. Тя представлява паралелна вселена, която се разгръща, когато промените миналото. Така всеки път когато се връщате в реката на времето, тя се разклонява на две реки, и едната времева линия става на две времеви линии, или това, което се нарича „мултисветовен“ подход, който ще разгледаме в следващата глава.

Това означава, че всички парадокси, свързани с пътуването във времето, могат да бъдат решени. Ако сте убили родителите си, преди да сте се родили, това просто означава, че вие сте убили някакви хора, които са идентични в генетично отношение на вашите родители, като те имат същите спомени и самоличност като тях, но не са вашите истински родители.

„Мултисветовната“ идея решава поне един основен проблем, пред който е изправено пътуването във времето. От гледна точка на един физик първата критика към пътуването във времето (освен откриването на отрицателната енергия) гласи, че ще се натрупат радиационни ефекти, докато или вие бъдете убит в мига, в който влезете в машината, или дупката-червей колапсира върху вас. Радиационните ефекти се натрупват, защото всяко лъчение, което проникне във времеви портал, ще бъде изпратено назад в миналото, където накрая ще блуждае около Вселената, докато стигне до сегашния ден, а след това пак ще падне в дупката-червей. Тъй като лъчението може да проникне в отвора на дупката-червей безброй пъти, вътре в нея то може да стане невероятно силно — достатъчно силно, за да ви убие. Но „мултисветовната“ интерпретация решава този проблем. Ако лъчението проникне в машината на времето и бъде изпратено в миналото, то после навлиза в нова вселена. Лъчението не може да се

озове повторно в машината на времето и да го прави отново и отново. Това означава просто, че има безброй вселени, като по една от тях спада към всеки цикъл, а всеки цикъл съдържа само един фотон от лъчението, а не безкрайно количество от него.

През 1997 г. дебатът е изяснен донякъде, когато трима физици накрая доказват, че програмата на Хокинг за забрана на пътуването във времето притежава вроден недостатък. Бърнард Кей, Марек Радзиковски и Робърт Уолд доказват, че пътуването във времето е съвместимо с всички известни закони на физиката, като изключим едно положение. Когато пътувате във времето, всички потенциални проблеми се концентрират в хоризонта на събитията (разположен близо до входа на дупката-червей). Но хоризонтът се намира точно там, където очакваме теорията на Айнщайн да претърпи неуспех и квантовите ефекти да вземат връх. Проблемът е, че всеки път когато се опитваме да изчислим радиационните ефекти в момента, в който влизаме в една машина на времето, трябва да използваме теория, която съчетава Айнщайновата теория на общата относителност с квантовата теория на радиацията. Но всеки път когато се опитаме наивно да съчетаем тези две теории, получената се в резултат на това теория няма смисъл — тя носи серия от безкрайни отговори, които са безсмислени.

Ето къде взема връх една теория на всичко. Всички проблеми на пътуването през дупка-червей, които объркват физиците (например стабилността на дупката-червей, лъчението, което може да ви убие, затварянето на дупката-червей, докато влизате в нея), са концентрирани в хоризонта на събитията — точно там, където теорията на Айнщайн няма смисъл.

Така ключът към разбирането на пътуването във времето се крие в разбирането на физиката на хоризонта на събитията и само една теория на всичко може да го обясни. Това е причината, поради която повечето физици днес биха се съгласили, че единственият начин да се реши категорично въпросът за пътуването във времето е да се излезе с една завършена теория на гравитацията и на континуума пространство-време.

Една теория на всичко би обединила четирите сили във Вселената и би ни дала възможност да пресметнем какво би се случило, когато влезем в машина на времето. Само теорията на всичко

би могла да изчисли успешно всички радиационни ефекти, които се създават от една дупка-червей и би решила категорично въпроса за това колко стабилни ще бъдат дупките-червеи, когато влезем в машината на времето. И дори тогава може би ще трябва да чакаме векове или дори още по-дълго, за да изградим наистина машина, с която да проверим тези теории.

Тъй като законите за пътуването във времето са толкова тясно свързани с физиката на дупките-червеи, пътуването във времето, изглежда, може да се причисли към способностите, спадащи към Клас II на невъзможните неща.

-
- [1] Nahin, с. 322. ↑
 - [2] Pickover, с. 10. ↑
 - [3] Nahin, с. ix. ↑
 - [4] Pickover, с. 130. ↑
 - [5] Kaku. *Parallel Worlds*, с. 142. ↑
 - [6] Nahin, с. 248. ↑

13. ПАРАЛЕЛНИ СВЕТОВЕ

— Но наистина ли искате да кажете, сър — попита Питър, — че може да има други светове — навсякъде наоколо, точно зад ъгъла?

— Няма нищо по-вероятно — отвърна професорът, докато си мърмореше под носа: „Чудя се на какво ги учат в тези училища.“

К. С. Луис, „Лъвът, вещицата и дрешникът“

Слушай, има цял куп хубави вселени до нас. Да вървим.

И. И. Къмингс

Дали алтернативните светове или вселени са наистина възможни? Те са любим способ на холивудските сценаристи, както е в случая с епизода от „Стар Трек“, озаглавен „Огледало, огледало“. Капитан Кърк е прехвърлен случайно в странна паралелна вселена, в която Федерацията на Планетите е зла империя, която се крепи на бруталните завоевания, алчността и грабежите. В тази вселена Спок носи заплашителна брада, а капитан Кърк е вожд на банда от ненаситни пирати, които се издигат, като поробват своите съперници и убиват своите шефове.

Алтернативните вселени ни дават възможност да проучим света на „какво ще стане, ако“ и неговите възхитителни, интригуващи възможности. В комикса с приключенията на „Супермен“ например има няколко алтернативни свята, в които родната планета на Супермен Криптон никога не е взривявана или пък Супермен накрая разкрива своята истинска самоличност като притежаващия скромни маниери Кларк Кент, или се жени за Лоис Лейн и има супердеца от нея. Но дали паралелните вселени са владение само на повторенията на „Зоната на здрача“ или намират потвърждение в модерната физика?

През цялата история, ако се върнем мислено в почти всички древни общества, ще установим, че хората са вярвали в други нива на съществуване, в селенията на боговете или духовете. Църквата вярва в рая, ада и чистилицето. Будистите имат своята нирвана и различни състояния на съзнанието, а индуистите — хиляди равнища на съществуване.

Християнските теолози, тъй като им е било трудно да обяснят къде може да се намира раят, често изказвали теоретично предположението, че може би Бог живее в равнището на по-висшите измерения. Изненадващ е фактът, че ако по-висшите измерения наистина съществуват, много от свойствата, приписвани на боговете, може да станат възможни. Едно същество от по-висше измерение би могло да бъде в състояние да изчезва и да се появява отново, когато му хрумне, или да минава през стени — способности, които обикновено се приписват на божествата.

Неотдавна идеята за паралелните светове стана една от най-разгорещено обсъжданите теми в теоретичната физика. На практика има няколко типа паралелни вселени, което ни принуждава да преразгледаме това, което разбираме под „реално“. Това, което е заложено на карта в дебата за паралелните светове, е ни повече, ни по-малко смисълът на самата реалност.

Има поне три типа паралелни светове, които се обсъждат разпалено в научната литература:

- а) хиперпространството или по-висшите измерения;
- б) мултивселената;
- в) квантовите паралелни вселени.

ХИПЕРПРОСТРАНСТВОТО

Паралелният свят, който е бил тема на най-продължителния исторически дебат, е Вселената на по-висшите измерения. Фактът, че живеем в три измерения, (дължина, ширина, височина) е характеристика на здравия разум. Независимо от това как местим един обект в пространството, всичките му позиции могат да бъдат описани от тези три координати. На практика с помощта на трите числа можем да определим местонахождението на всеки обект във Вселената, като се започне от върха на нашите носове и се стигне до най-далечната от всички галактики.

Четвъртото пространствено измерение като че ли противоречи на здравия разум. Ако позволим на дима например да изпълни една стая, няма да видим дима, който изчезва в друго измерение. Никъде в нашата вселена не виждаме обекти, които изчезват внезапно или се прехвърлят в друга вселена. Това означава, че всички по-висши измерения, ако те изобщо съществуват, трябва да бъдат по-малки от атом.

Трите пространствени измерения изграждат фундаменталната основа на гръцката геометрия. Аристотел например писал в своя трактат „За небето“: „Линията има големина по един начин, равнината има такава по два начина, а фигурата с три измерения — по три начина, и извън тях няма друга големина, защото тези три са общо всички.“ През 150 г. Птолемей Александрийски предложил първото „доказателство“, че по-висшите измерения са „невъзможни“. В своя труд „За разстоянието“ той разсъждавал така. „Начертайте три линии, които са взаимно перпендикулярни (подобно на линиите, образуващи ъгъла на една стая). Очевидно — казвал той — четвърта линия, която е перпендикулярна на другите три, не може да бъде начертана. Вследствие на това четвъртото измерение е невъзможно.“ (Това, което доказал той в действителност, било, че нашите мозъци са неспособни да визуализират четвъртото измерение. Персоналният компютър върху вашето бюро прави изчисления в хиперпространството през цялото време.)

В продължение на две хиляди години всеки математик, който дръзнул да говори за четвъртото измерение, можел да бъде осмян и подигран. През 1685 г. математикът Джон Уолис полемизирал срещу четвъртото измерение, като го нарекъл „чудовище в природата, което е по-малко възможно от една химера или кентавър“. През ХХ в. „принцът на математиците“ Карл Гаус разработил голяма част от математиката на четвъртото измерение, но се страхувал да публикува резултатите си заради бурната реакция, които те щели да предизвикат. Но Гаус провел тайно експерименти, за да установи чрез тях дали плоската, триизмерна гръцка геометрия описва реалистично Вселената. По време на един експеримент той наредил на асистентите си да застанат на три планински върха. Всеки от тях имал фенер, като по този начин те образували един огромен триъгълник. След това Гаус измерил градусите на всеки ъгъл на триъгълника. За свое

разочарование установил, че общият сбор на вътрешните ъгли възлиза на 180 градуса. Сигнал до заключението, че ако има отклонения от стандартната гръцка геометрия, те трябва да бъдат толкова малки, че не биха могли да бъдат открити с неговите фенери.

Гаус завеща на своя студент Георг Бернхард Риман задачата да опише фундаменталната математика на по-висшите измерения (която десетилетия по-късно била вмъкната изцяло в Айнщайновата теория на общата относителност). Със силен замах, по време на една прочута лекция, която Риман чел през 1854 г., той преодолел двете хиляди години, през които господствала гръцката геометрия, и положил основите на математиката на по-висшите, изкривени измерения, която използваме и до днес.

След като забележителното откритие на Риман било популяризирано в Европа в края на ХХ в., „четвъртото измерение“ се превърнало в истинска сензация сред артистите, музикантите, писателите, философите и художниците. На практика кубистичният период на Пикасо до известна степен е бил вдъхновен от четвъртото измерение, според историчката на изкуството Линда Далримпъл Хендерсън. (Рисунките на Пикасо, на които са изобразени жени с очи, които изпъкват напред, а носът им е наклонен настрани, са били опит за визуализиране на четвъртоизмерната перспектива, тъй като човек, който гледа от четвъртото измерение, може да види едновременно лицето, носа и тила на главата на една жена.) Хендерсън пише: „Подобно на една черна дупка, «четвъртото измерение» притежаваше мистериозни характеристики, които не можеха да бъдат разбрани напълно дори от самите учени. Обаче въздействието на «четвъртото измерение» беше много по-всестранно от това на черните дупки или на която и да е друга по-скорошна научна хипотеза, като изключим теорията на относителността след 1919 година.“^[1]

И други художници черпят вдъхновение от четвъртото измерение. В картината на Салвадор Дали „Хиперкубичният Христос“ Христос е разпънат пред странен, подвижен триизмерен кръст, който представлява в действителност „тесеракт“ — оголен четириизмерен куб. В своята прочута рисунка „Упорството на паметта“ той се опитва да представи времето като четвърто измерение и вследствие на това се появява метафората за разтопените часовници. „Гола жена, която слиза по стълба“ на Марсел Дюшан е опит за представяне на времето като

четвърто измерение чрез улавяне на отделните моменти от движението на гола жена, която върви по стълба. Четвъртото измерение изниква дори в един разказ на Оскар Уайлд — „Кентървилският призрак“, в който призрак, витаещ в една къща, живее в четвъртото измерение.

Четвъртото измерение се появява и в няколко от произведенията на Х. Дж. Уелс, като в това число влизат „Невидимия“, „Историята на Платнър“ и „Удивителното посещение“. (В последния разказ, който след това става основа на десетки филми на Холивуд и научнофантастични романи, нашата вселена се сблъсква по някакъв начин с друга паралелна вселена. Злополучен ангел от другата вселена попада в нашата вселена, след като случайно е бил прострелян от ловец. Ужасен от цялата алчност, дребнавост и егоизъм, присъщи на хората, ангелът накрая се самоубива.)

Идеята за паралелните вселени е изследвана с дива ирония от Робърт Хайнлайн в „Числото на звяра“. Хайнлайн си представя група от четирима смелчаци, които лудуват из паралелни вселени в междуизмерната спортна кола на един луд професор.

В телевизионния сериал „Слайдърс“ малко момче чете книга и получава от нея вдъхновението да конструира машина, която ще му позволи да „се плъзга“ между паралелните вселени. (Книгата, която чело малкото момче, в действителност е била моята книга „Хиперпространството“).

Но исторически погледнато, четвъртото измерение е смятано за истински куриоз от физиците. Никога не са били откривани доказателства за съществуването на по-висши измерения. Положението започва да се променя през 1919 г., когато физикът Теодор Калуца написва крайно спорна статия, в която се намеква за съществуването на по-висши измерения. Той започва с Айнщайновата теория на общата относителност, но я разполага в пет измерения (едно измерение на времето и четири на пространството, тъй като времето е четвъртото пространствено-времево измерение, днес физиците наричат четвъртото пространствено измерение петото измерение). Ако петото измерение стане възможно най-малко, уравненията по някакъв вълшебен начин се разделят на две части. Едната част описва Айнщайновата стандартна теория на относителността, а другата част се превръща в Максвеловата теория на светлината!

Това било смайващо разкритие. Може би тайната на светлината се крие в петото измерение! Самият Айнщайн бил шокиран от това решение, което като че ли осигурявало елегантно обединяване на светлината и гравитацията. (Айнщайн бил толкова разтърсен от предложението на Калуца, че мислил върху него в продължение на две години, преди накрая да се съгласи да публикува статия.) Айнщайн писал на Калуца: „Идеята за достигане на (единна теория) посредством петизмерен цилиндров свят никога не ми е хрумвала... От пръв поглед харесах невероятно вашата идея... Формалното единство на вашата теория е поразително.“^[2]

Години наред физиците задават въпроса: Ако светлината е вълна, то тогава какво представлява вълнението? Светлината може да премине през празно пространство с дължина от милиарди светлинни години, но то е вакуум, лишен от какъвто и да е материал. В такъв случай какво представлява вълнението във вакуума? С появата на теорията на Калуца ние разполагахме с конкретно предложение за разрешаването на този проблем: светлината представлява вълнички в петото измерение. Уравненията на Максвел, които описват точно всички свойства на светлината, се очертават просто като уравнения за вълните, които се движат в петото измерение.

Представете си риби, които плуват в плитко езеро. Те може никога да не са подозирали, че съществува трето измерение, защото очите им гледат настрани и те могат да плуват само назад-напред, наляво и надясно. Третото измерение за тях може да изглежда невъзможно. Но след това си представете, че върху езерото вали дъжд. Въпреки че не могат да видят третото измерение, те могат да виждат ясно сенките от вълничките на повърхността на езерото. По същия начин теорията на Калуца обяснява светлината като вълнички, които се носят върху петото измерение.

Калуца дава отговор и на въпроса къде се намира то. Тъй като не виждаме доказателства за съществуването на пето измерение, то трябва да „се е свило“ и да е станало толкова малко, че не може да бъде наблюдавано. (Представете си, че вземате двуизмерен лист хартия и го свивате стегнато във формата на цилиндър. От известно разстояние цилиндърът изглежда като едноизмерна линия. По този начин един двуизмерен обект се е превърнал в едноизмерен обект чрез своето свиване.)

Първоначално статията на Калуца предизвиква сензация. Но през следващите години завладяват възражения срещу теорията му. Каква е големината на това ново пето измерение? Как то се е свило? На тези въпроси не могли да бъдат намерени отговори.

В продължение на десетилетия Айнщайн работил върху тази теория с прекъсвания. След като починал през 1955 т. теорията скоро била забравена, като станала странна бележка под линия в развитието на физиката.

СТРУННАТА ТЕОРИЯ

Всичко това се променило с появата на една смайваща нова теория, наречена суперструнната теория. До 80-те години на ХХ в. физиците се давели в море от субатомни частици. Всеки път когато разбивали на парчета един атом с мощните ускорители на частици, те откривали десетки нови частици, които се разделяли. Това било толкова обезсърчаващо, че Дж. Робърт Опенхаймер обявил, че Нобеловата награда по физика трябва да бъде дадена на физика, който *не е* открил нова частица през тази година! (Енрико Ферми, ужасен от размножаването на субатомни частици с имена, които звучели като на гръцки, казал: „Ако можех да запомня имената на всички тези частици, щях да стана ботаник.“^[3]) След десетилетия усилен труд този зоопарк от частици успял да бъде подреден в нещо, наречено „стандартен модел“. Милиарди долари, потта на хиляди инженери и физици, и двадесет Нобелови награди са отишли за мъчителното сглобяване, парче по парче, на стандартния модел. Той е наистина забележителна теория, която като че ли се съгласува с всички експериментални данни, свързани със субатомните частици.

Но въпреки всичките си експериментални успехи стандартният модел страда от един сериозен дефект. Както казва Стивън Хокинг: „Моделът е грозен и е създаден за случая.“ Той съдържа поне деветнадесет свободни параметъра (сред които влизат масите на частиците и силата на техните взаимодействия с други частици), тридесет и шест кварки и антикварки, три точни и резервни копия на субчастиците и множество странно звучащи субатомни частици като тау неутрината, глюоните на Йанг-Милс, Хигс-бозоните, W-бозоните и Z-частиците. Нещо по-лошо, в стандартния модел не се споменава за гравитацията. Струва ми се, че е трудно да се повярва, че природата на

своето най-висше, фундаментално равнище може да действа толкова наслуки и да бъде неелегантна във висша степен. Така се появява теория, която само една майка може да обича. Самата неелегантност на стандартния модел принуждава физиците да направят повторен анализ на всичките си допускания за природата. Нещо било сбъркано, и то страшно много!

Ако човек анализира последните няколко века във физиката, едно от най-важните постижения през последното столетие било обобщаването на цялата фундаментална физика в две големи теории: квантовата теория (представена от стандартния модел) и Айнщайновата теория на общата относителност (описваща гравитацията). Забележителен е фактът, че заедно те представляват общият сбор на цялото физическо познание в областта на физиката на фундаментално ниво. Първата теория описва света на миниатюрното — субатомния квантов свят, в който частиците играят фантастичен танц, изниквайки от нищото, изчезвайки в него и появявайки се на две места по едно и също време. Втората теория описва света на макрокосмоса — черните дупки и Големия взрив, и си служи с езика на гладките повърхности, разтегнатите тъкани и деформираните плоскости. Теориите са противоположни във всяко отношение, тъй като използват различна математика, различни допускания и различни физически визуални образи. Става така, сякаш природата е имала две ръце, като нито едната от двете не е поддържала връзка с другата. Нещо повече, всеки опит за свързване на тези две теории е водел до безсмислени отговори. В продължение на половин век всеки физик, който се е опитвал да уреди чрез посредничеството си насилствен брак между квантовата теория и общата относителност, е установявал, че теорията избухва в лицето му, давайки безкрайно много отговори, които в крайна сметка се обезсмислят.

Всичко това се променя с появата на суперструнната теория, която постулира, че електронът и другите субатомни частици не са нищо друго освен различни вибрации на струна, които действат като съвсем малко кръгло ластиче. Ако човек удари кръглото ластиче, то вибрира в различни ладове, като всяка нота съответства на различна субатомна частица. По този начин суперструнната теория обяснява стотиците субатомни частици, които са открити досега в ускорителите

на частици. На практика теорията на Айнщайн се очертава като една от най-ниските вибрации на струната.

Струнната теория бе приветствана като „теория на всичко“, като легендарната теория, която се е използвала на Айнщайн през последните тридесет години от неговия живот. Айнщайн искал една-единствена, всеобхватна теория, която ще обобщава всички физични закони — теория, която ще му позволи „да чете мислите на Бога“. Ако струнната теория наистина обединява гравитацията с квантовата теория, тя представлява върховното постижение на науката, връщайки се мислено още преди две хиляди години, когато гърците са си задали въпроса от какво се състои материята.

Но странната особеност на суперструнната теория е, че струните могат да вибрират само в едно специфично измерение на континуума пространство-време. Те могат да вибрират само в десет измерения. Ако човек се опита да създаде струнна теория в други измерения, тя не издържа в математическо отношение.

Разбира се, нашата вселена е четириизмерна (с три измерения в пространството и едно във времето). Това означава, че другите шест измерения трябва да са колапсирани някак и да са се свили, подобно на петото измерение на Калуца.

Неотдавна физиците започнаха да обмислят сериозно как да докажат или да опровергават съществуването на тези по-висши измерения. Може би най-простият начин за доказване на съществуването на по-висшите измерения би се състоял в това да се открият отклоненията от Нютоновия закон за гравитацията. В гимназията учим, че гравитацията на Земята намалява, докато навлизаме в открития космос. Или по-точно казано, гравитацията намалява заедно с квадрата на разделящото разстояние. Но това е така само защото живеем в триизмерен свят. (Представете си сфера, която обгръща Земята. Гравитацията на Земята прониква равномерно през повърхността на сферата, така че колкото по-голяма е тя, толкова по-слаба е гравитацията. Но тъй като повърхността на сферата се увеличава, подобно на квадрата на нейния радиус, силата на гравитацията, която е проникнала над повърхността на сферата, трябва да намалява подобно на квадрата на радиуса.)

Но ако Вселената имаше четири пространствени измерения, гравитацията трябваше да намалява като куба на разделящото

разстояние. Ако Вселената имаше n пространствени измерения, гравитацията трябва да намалява подобно на $n-1$ сила. Прочутият обратно-квадратен закон на Нютон е бил тестван с голяма точност на астрономически разстояния. Ето защо можем да изпращаме космически сонди, които се реят край пръстените на Сатурн със спираща дъха точност. Обратно-квадратният закон на Нютон не е бил тестван никога на малки разстояния в лабораторни условия, но неотдавна това започна да се прави.

Първият експеримент за тестване на обратно-квадратния закон на малки разстояния бе извършен в Колорадския университет през 2003 г. и даде отрицателни резултати. Очевидно няма нито една паралелна вселена, поне не и в Колорадо. Но този отрицателен резултат само изостри апетита на другите физици, които се надяват да извършат повторно този експеримент с по-голяма точност.

Нещо повече, Големият адронен колайдер, който започна работа през 2008 г. близо до Женева, Швейцария, търси нов тип частица, наречена с-частица или суперчастица, която представлява по-висока вибрация на суперструната (всичко, което виждате около себе си, е само най-ниската вибрация на суперструната). Ако бъдат открити с-частици от ЛНС, това може да е революция в начина, по който гледаме на Вселената. В тази картина на Вселената стандартният модел е най-ниската вибрация на суперструната.

Кип Торн казва: „През 2020 г. физиците ще разбират законите на квантовата гравитация, която ще се окаже вариант на струнната теория.“

Освен по-висшите измерения има още една паралелна вселена, която е предсказана от струнната теория и това е „мултивселената“.

МУЛТИВСЕЛЕНАТА

Струнната теория все още трябва да отговаря на един мъчителен въпрос: Защо трябва да има пет различни нейни версии? Струнната теория може да обедини успешно квантовата теория с гравитацията, но има пет начина, по които може да стане това. Това е твърде смущаващо, тъй като повечето физици искат една-единствена „теория на всичко“. Айнщайн например искал да знае дали „Бог е имал някакъв избор при създаването на Вселената“. Той смята че единната полева

теория на всичко трябва да бъде единствена по рода си. В такъв случай защо трябва да има пет струнни теории?

През 1994 г. се взриви още една бомба. Едуард Уитън от Принстънския институт за напреднали изследвания и Пол Таунзенд от Кеймбриджкия университет изказаха теоретично предположението, че всичките пет струнни теории на практика са една и съща теория — но само ако добавим единадесето измерение. От изгодната позиция на единадесетото измерение всичките пет различни теории колапсираха в една! В крайна сметка теорията е единствена по рода си, но само ако се покатерим на планинския връх на единадесетото измерение.

В единадесетото измерение може да съществува нов математически обект, наречен мембрана (нещо като повърхността на една сфера). Тук беше направено едно смайващо наблюдение: ако човек падне от единадесетте в десетте измерения, биха се появили всичките пет струнни теории, започвайки от една-единствена мембрана. Вследствие на това всичките пет струнни теории са само различни начини за спускане на една мембрана от единадесетте в десетте измерения.

(За да онагледя визуално тази мисъл, ще ви предлага да си представите водна топка с кръгло ластиче, което е опънато около екватора. Представете си, че вземате ножици и разрязвате водната топка два пъти, веднъж над и веднъж под кръглото ластиче, като по този начин отрязвате горната и долната част на водната топка. Всичко, което остава, е кръглото ластиче — една струна. По същия начин, ако свием единадесетото измерение, всичко, което остава, е мембраната на неговия екватор, която представлява струна. На практика от математическа гледна точка има пет начина, по които може да протече разрязването, което ще ни остави пет различни струнни теории в десет измерения.)

Единадесетото измерение ни дава нова визуална представа. То означава и че може би самата вселена е мембрана, която се носи из едно единадесетизмерно пространство-време. Освен това не всичките измерения трябва да бъдат толкова малки. На практика някои от тях биха могли да бъдат наистина безкрайни.

Това разкрива възможността нашата вселена да съществува в една мултивселена от други вселени. Представете си голяма група от носещи се безцелно сапунени мехурчета или мембрани. Всяко

сапунено мехурче представлява цяла вселена, която се движи върху по-голямата арена на единадесетизмерното хиперпространство. Тези мехурчета могат да се съединят с други мехурчета или да се разделят и дори да изскачат от нищото и да изчезват в него. Може би ние живеем върху повърхността само на едно от тези мехурчета-вселени.

Макс Тегмарк от МТИ е на мнение, че след петдесет години „съществуването на тези «паралелни вселени» ще се оспорва не повече, отколкото е било оспорвано съществуването на другите галактики — наричани тогава «островни вселени» — преди 100 години“.^[4]

Колко вселени предрича струнната теория? Смущаваща особеност на тази теория е, че има трилиони трилиони възможни вселени, като всяка от тях е съвместима с относителността и с квантовата теория. Според някои изчисления може да има гугъл такива вселени. (Един гугъл е единица, следвана от 100 нули.)

В нормални условия поддържането на връзка между тези вселени е невъзможно. Атомите на нашето тяло са като мухи, хванати от мухоловка. Можем да се движим свободно в три измерения по нашата мембранна вселена, но не можем да изскочим от нея в хиперпространството, защото сме залепени за нея. Но тъй като гравитацията представлява деформация на континуума пространство-време, тя може да се носи свободно в пространството между вселените.

Всъщност има една теория, според която тъмната материя — невидимата форма на материята, която обгръща Галактиката, — може да бъде обикновена материя, която се носи безцелно из една паралелна вселена. Както се случва в романа на Х. Дж. Уелс „Невидимия“, един човек ще стане невидим, ако се носи точно над нас в четвъртото измерение. Представете си два успоредни листа хартия, като някой се носи върху единия лист, точно над другия.

По същия начин е изказана хипотезата, че тъмната материя може да е обикновена галактика, която се рее над нас в друга мембранна вселена. Бихме могли да усетим гравитацията на тази галактика, тъй като гравитацията се просмуква между вселените, но другата галактика ще бъде невидима за нас, защото светлината се движи под нея. По този начин Галактиката ще притежава гравитация, но ще бъде невидима, което се съгласува с описанието на тъмната материя. (Но

има още една възможност — тъмната материя да представлява следващата вибрация на суперструната. Всичко, което виждаме около нас, като атомите и светлината, не е нищо друго освен най-ниската вибрация на суперструната. Тъмната материя може да е следващата по-висока серия от вибрации.)

Разбира се, повечето от тези паралелни вселени вероятно са безжизнени, тъй като се състоят от безформен газ от субатомни частици като електрони и неутрина. В тези вселени протонът е нестабилен, затова цялата материя такава, каквато я знаем, бавно ще се разложи и разпадне. Сложната материя, която се състои от атоми и молекули, вероятно няма да бъде възможна в много от тези вселени.

Други паралелни вселени биха могли да бъдат просто противоположни, като притежават сложни форми на материя, които надминават всичко, което можем да си представим. Вместо само един тип атом, който се състои от протони, неутрони и електрони, те биха могли да имат поразителен набор от други типове стабилна материя.

Тези мембранни вселени ще се сблъскат по всяка вероятност, създавайки космически фойерверки. Някои физици в Принстън смятат, че може би нашата вселена е започнала съществуването си като две гигантски мембрани, които са се сблъскали преди 13,7 милиарда години. Според тях шоките вълни от този катастрофален сблъсък са създали нашата вселена. Забележителен е фактът, че когато експерименталните последици от тази странна идея биват изследвани, те съвпадат с резултатите, получени от спътника WMAP, който понастоящем се движи в орбита около Земята. (Това се нарича теорията „голямото пръскане“.)

Теорията за мултивселената разполага с поне един факт в своя подкрепа. Когато анализираме природните константи, ще установим, че те са „настроени“ много прецизно, за да позволят съществуването на живота. Ако увеличим големината на ядрената сила, в такъв случай звездите ще изгорят прекалено бързо, за да породят живот. Ако намалим големината на ядрената сила, в такъв случай звездите никога няма да пламнат изобщо и животът също няма да може да съществува. Ако увеличим силата на гравитацията, нашата вселена ще загине бързо в едно голямо хрускане. Ако намалим силата на гравитацията, Вселената ще се разшири бързо в едно голямо замръзване. На практика има десетки „случайности“, включващи природните константи, които

позволяват съществуването на живот. Очевидно нашата вселена живее в „зона на Голдилокс“ с много параметри, като всички те са „фино настроени“ да допуснат съществуването на живот. Така че или ни остава да стигнем до заключението, че някакъв Бог е избрал нашата вселена като „подходяща“ за допускане на съществуването на живот, или има милиарди паралелни вселени, като много от тях са безжизнени. Както казва Фрийман Дайсън: „Вселената сякаш е знаела, че ние идваме.“

Сър Мартин Рийс от Кеймбриджкия университет пише, че тази фина настройка на практика е убедително доказателство за съществуването на мултивселената. Има пет физични константи (като големината на различните сили), които са фино настроени да допускат съществуването на живот и той вярва, че има и безкрайно много вселени, в които природните константи не са съвместими с живота.

Това е т.нар. „антропен принцип“. Според слабата версия просто нашата вселена е фино настроена да допуска съществуването на живот (на първо място, защото сме тук, за да изкажем това твърдение). Според силната версия може би нашето съществуване е било страничен резултат от проект или замисъл. Повечето космолози биха се съгласили със слабата версия на антропния принцип, но се води ожесточен спор по въпроса дали антропният принцип е нов научен принцип, който може да доведе до нови открития и резултати, или е само очевидно твърдение.

КВАНТОВАТА ТЕОРИЯ

Освен по-висшите измерения и мултивселената има още един тип паралелна вселена — тип, който е причинявал главоболия на Айнщайн и който продължава да обърква физиците днес. Това е квантовата вселена, предсказана от обикновената квантова механика. Парадоксите в рамките на квантовата физика изглеждат толкова неразрешими, че Нобеловият лауреат Ричард Файнман обича да казва, че *никой* не разбира наистина квантовата теория.

По ирония на съдбата, въпреки че квантовата теория е най-сполучливата теория, предлагана някога от човешкия разум (като често достига точност от порядъка на едно на 10 милиарда), тя е изградена върху пясък от шанс, късмет и вероятности. За разлика от Нютоновата теория, която дава точни и ясни отговори на движението на обектите,

квантовата теория може да посочва само вероятности. Чудесата на модерната епоха като лазерите, интернетa, компютрите, телевизията, клетъчните телефони, радара, микровълновите фурни и т.н. — всички те са основани на подвижните пясъци на вероятностите.

Най-яркият пример за тази главоблъсканица е прочутият проблем с „котката на Шрьодингер“ (формулиран от един от създателите на квантовата теория, който, колкото и парадоксално да звучи, предложил проблема, за да опровергае тази вероятностна интерпретация). Шрьодингер се надсмял над интерпретацията на своята теория, като твърдял следното: „Ако човек трябва да се заяде с тези проклети квантови скокове, съжалявам, че изобщо съм се замесил в тази работа.“^[5]

Парадоксът с котката на Шрьодингер е следният. Една котка е поставена в запечатана кутия. Вътре в нея към котката е насочено оръжие (а спусъкът е свързан с гайгеров брояч, поставен до парче уран). Обикновено когато урановият атом се разпада, той задейства гайгеровия брояч, а после и оръжието и котката бива убита. Урановият атом може или да се разпадне, или да не се разпадне. Котката е или мъртва, или жива. Това е само пример за разумно разсъждение.

Но в квантовата теория не знаем със сигурност дали уранът се е разпаднал. Затова трябва да добавим две възможности, като прибавим вълновата функция на един разпаднал се атом към вълновата функция на един непокътнат атом. Но това означава, че за да опишем котката, трябва да добавим двете състояния на котката. Затова котката не е нито мъртва, нито жива. Тя е представена като сумата от една мъртва и една жива котка!

Както пише Файнман, квантовата механика „описва природата като нещо абсурдно от гледна точка на здравия разум. И това се потвърждава напълно от експериментите. Затова се надявам, че можете да приемете природата като нещо абсурдно!“^[6]

Според Айнщайн и Шрьодингер това е нелепо. Айнщайн вярвал в „обективната реалност“, в представата на здравия разум — Нютонов възглед, според който обектите съществуват в определени състояния, а не като сума от много възможни състояния. Но тази странна интерпретация стои в центъра на модерната цивилизация. Без нея модерната електроника (и самите атоми в нашето тяло) ще престанат да съществуват. (В обичайния свят понякога се шегуваме, че е

невъзможно една жена да бъде „малко бременна“. Но в квантовия свят положението е още по-лошо. Ние съществуваме едновременно като сумата от всички възможни телесни състояния: небременна, бременна, дете, възрастна жена, тийнейджър, кариеристка и др.).

Има няколко начина за решаване на този крайно неприятен парадокс. Основателите на квантовата теория са последователи на Копенхагенската школа, според която щом отворите кутията, правите измерване и можете да определите дали котката е мъртва или жива. Вълновата функция е „колапсирала“ в едно-единствено състояние и здравият разум взема връх. Вълните са изчезнали, оставяйки след себе си само частици. Това означава, че сега котката изпада в определено състояние (тя е или мъртва, или жива) и вече не се описва с вълнова функция.

Така има една невидима бариера, която разделя странния свят на атома от макроскопичния свят на хората. Що се отнася до атомния свят, всичко се описва от вълните на вероятността, в която атомите могат да бъдат на много места по едно и също време. Колкото е по-голяма вълната на едно място, толкова е по-голяма вероятността да бъде открита частицата в тази точка. Но в случая с големите обекти тези вълни са колапсирали и обектите съществуват в определени състояния и вследствие на това здравият разум взема връх.

(Когато идвали гости в къщата на Айнщайн, той сочел към Луната и казал: „Дали Луната съществува, защото една мишка гледа към нея?“ В известен смисъл отговорът на Копенхагенската школа може да е положителен.)

Повечето университетски учебници по физика се придържат ревностно към първоначалната Копенхагенска школа, но много физици изследователи са се отказали от нея. Днес притежаваме нанотехнологии и можем да манипулираме отделните атоми, така че тези, които изникват от нищото и изчезват в него, ще бъдат манипулирани по желание на експериментатора, като бъдат използвани сканиращи тунелни микроскопи. Няма невидима „стена“, която разделя микроскопичния от макроскопичния свят. Има континуум.

В момента няма съгласие по това как да решим този въпрос, който нанася удар в самото сърце на модерната физика. На конференциите много теоретици водят разгорещено съперничество с други. Според една гледна точка, споделяна от малцинството, трябва

да има „космическо съзнание“, което прониква цялата вселена. Обектите изскачат наяве и започват да съществуват, когато бъдат направени измервания, а измерванията биват извършвани от съзнаващи същества. Вследствие на това трябва да има космическо съзнание, което прониква цялата вселена и определя състоянието, в което се намираме. Някои учени, като Нобеловия лауреат Юджийн Уигнър, твърдят, че това доказва съществуването на Бог или на някакво космическо съзнание. (Уигнър пише: „Не е било възможно да бъдат формулирани законите (на квантовата теория) по напълно последователен начин без позоваване на съзнанието.“ Всъщност той дори проявил интерес към индуистката философия Веданта, според която Вселената е проникната от едно всеобхватно съзнание.)

Друга гледна точка върху парадокса е идеята за „много светове“, предложена от Хю Евърет през 1957 година.^[7] Според нея Вселената просто се разделя наполовина, като има една жива котка в едната половина и една мъртва котка в другата половина. Това означава, че огромно размножаване или разклоняване на паралелните вселени протича всеки път когато стане квантово събитие. Всяка вселена, която може да съществува, прави това. Колкото е по-странна Вселената, толкова по-малко вероятно е това да се случи, но тези вселени съществуват. Това означава, че има паралелен свят, в който нацистите са спечелили Втората световна война или свят, в който Испанската армада никога не е била побеждавана и всички говорят на испански. В другите светове вълновата функция никога не колапсира. Тя просто продължава по пътя си, като игриво се разделя на безброй вселени.

Както е казал физикът Алън Гът от МТИ: „Има вселена, в която Елвис е още жив, а Ал Гор е президент.“ Нобеловият лауреат Франк Вилчек казва: „Преследвани сме от чувството, че безкрайно много леко изменени наши копия живеят своя паралелен живот и че всеки момент още двойници започват да съществуват и поемат по пътя на много алтернативни бъдещета.“^[8]

Една гледна точка, която придобива популярност сред физиците, е свързана с нещо, наречено „декохерентност“. Според тази теория всички паралелни вселени са възможни, но нашата вълнова функция е декохерирала от тях (т.е. тя вече не вибрира в унисон с тях) и вследствие на това не си взаимодейства с тях. Това означава, че вътре във вашата всекидневна вие съществувате едновременно с вълновата

функция на динозаври, извънземни, пирати и единорози, като всички те вярват твърдо, че тяхната вселена е „истинската“, но ние вече не сме „настроени на една вълна“ с тях.

Според Нобеловия лауреат Стив Уайнбърг това прилича на настройването на радиото във вашата всекидневна. Знаете, че всекидневната е залята от сигнали от десетки радиостанции от цялата страна, както и от света. Но радиото ви е настроено така, че да приема само една станция. То е „декохерирало“ от всички други станции. (В обобщението Уайнбърг отбелязва, че идеята за „много светове“ е „жалка идея, откъсната от другите идеи“.)

В такъв случай дали съществува вълновата функция на една зла Федерация на планетите, която ограбва по-слабите планети и избива своите врагове? Може би, но ако е така, ние сме декохерирали от тази вселена.

КВАНТОВИ ВСЕЛЕНИ

Когато Хю Евърет обсъждал своята теория за „много светове“ с други физици, той се натъкнал на объркване и безразличие. Един от тези физици, Брайс Деуит от университета в Тексас, отправил възражения срещу теорията му, защото „просто не могъл да се почувства разделен“. Но Евърет казал, че това прилича на начина, по който Галилео е отговорил на критиците си, които казали, че не могат да усетят движението на Земята. (Накрая Деуит бил спечелен на страната на Евърет и станал водещ защитник на теорията.)

Десетилетия наред теорията за „много светове“ чезнела в неизвестност. Просто била прекалено фантастична, за да е вярна. Съветникът на Евърет в Принстън Джон Уилър накрая стига до заключението, че към тази теория е прикачен прекалено много „излишен багаж“. Но една от причините, поради които теорията на Евърет точно сега изведнъж излезе на мода е, че физиците се опитват да приложат квантовата теория върху последния обект, който е устоял на квантуването: самата вселена. Прилагането на принципа на неопределеността върху цялата вселена по естествен път води до една мултивселена.

Концепцията „квантова космология“ на пръв поглед изглежда като противоречие в термините: квантовата теория има за свой обект безкрайно малкия свят на атома, докато космологията има за свой

обект цялата вселена. Но помислете върху следното: в мига на Големия взрив Вселената е била много по-малка от един електрон. Всеки физик е съгласен с твърдението, че електроните трябва да се квантуват, т.е. да се опишат чрез вероятносно вълново уравнение (уравнението на Дирак) и могат да съществуват в паралелни състояния. Вследствие на това, ако електроните трябва да се квантуват и ако Вселената някога е била по-малка от електрон, в такъв случай Вселената също трябва да съществува в паралелни състояния — теория, която по естествен път води до „мултисветовен“ подход.

Копенхагенската интерпретация на Нилс Бор обаче се натъква на проблеми, когато бъде приложена върху цялата вселена. Въпреки че Копенхагенската интерпретация се изучава във всеки университетски курс по квантова механика на Земята, тя зависи от един „наблюдател“, който прави наблюдение и колапсира вълновата функция. Процесът на наблюдение е абсолютно необходим за определянето на макроскопичния свят. Но как е възможно човек да се намира „извън“ Вселената, докато наблюдава цялата вселена? Ако една вълнова функция описва Вселената, как е възможно един „външен“ наблюдател да колапсира вълновата функция на Вселената? Всъщност някои смятат невъзможността Вселената да бъде наблюдавана „отвън“ за фатален недостатък на Копенхагенската интерпретация.

В „мултисветовния“ подход решението на този проблем е просто: Вселената просто съществува в много паралелни състояния, като всички те се определят от една главна вълнова функция, наречена „вълновата функция на Вселената“. В квантовата космология Вселената е започнала съществуването си като квантова флуктуация на вакуума, т.е. като съвсем малко мехурче в пространствено-времевата пяна. Повечето бебета-вселени в пространствено-времевата пяна имат Голям взрив, а веднага след това настъпва Голям срыв. Ето защо никога не ги виждаме, тъй като те са изключително малки и краткотрайни, като изникват и изчезват във вакуума с танцови движения. Това означава, че дори „нищото“ кипи от бебета-вселени, които изскачат от него и изчезват в него, но в мащаб, който е прекалено малък, за да бъде открит от нашите апаратури. Но по някаква неизвестна причина едно от мехурчетата в пространствено-времевата пяна не е колапсирало отново по време на Голям срыв, а е продължило да се разширява. Това

е нашата вселена. Според Алън Гът това означава, че цялата вселена е един безплатен обяд.

В квантовата космология физиците започват с аналога на уравнението на Шрьодингер, което управлява вълновата функция на електроните и атомите. Те използват уравнението на Деуит-Уилър, което влияе върху „вълновата функция на Вселената“. Обикновено вълновата функция на Шрьодингер се определя във всяка точка в пространството и времето и вследствие на това можете да изчислите възможностите да откриете един електрон в тази точка в пространството и времето. Но „вълновата функция на Вселената“ се определя във всички възможни вселени. Ако стане така, че вълновата функция на Вселената е голяма, когато бъде определена в случая с една специфична вселена, това означава, че е напълно възможно Вселената да се намира в това особено състояние.

Хокинг лансира тази гледна точка. Той твърди, че нашата вселена заема специално място сред другите вселени. Вълновата функция на Вселената е голяма за нашата вселена и достига почти нула за повечето други вселени. Така има малка, но ограничена вероятност, да е възможно и други вселени да съществуват в мултивселената, но вероятността при нашата е по-голяма. Всъщност Хокинг се опитва да извлече инфлацията по този начин. Според тази представа една вселена, която се разширява, е просто по-вероятна от вселена, която не го прави и вследствие на това нашата вселена се е раздула.

Теорията, че Вселената се е появила от „нищото“ на пространствено-времевата пяна, може да изглежда напълно недоказуема, но тя се съгласува с някои прости наблюдения. Първо, много физици са изтъквали, че е поразителен фактът, че общото количество на положителните и отрицателните заряди в нашата вселена възлиза точно на нула, поне в рамките на експерименталната точност. Допускаме, че в открития космос гравитацията е доминиращата сила, но това е само защото положителните и отрицателните заряди се урівновесяват точно. Ако имаше дори най-слабо нарушение на равновесието между положителните и отрицателните заряди на Земята, то можеше да се окаже достатъчно за разкъсването на планетата, тъй като щеше да преодолее гравитационната сила, която крепи в едно цяло Земята. Един прост начин да обясним защо съществува равновесие между положителните

и отрицателните заряди е като приемем, че нашата вселена се е появила от „нищото“, а то има нулев заряд.

Второ, нашата вселена има нулев спин. Въпреки че години наред Курт Гьодел се опитва да покаже, че Вселената се върти, като събирал спиновете на различните галактики, днес астрономите смятат, че общият спин на Вселената е нулев. Явлението би се обяснило лесно, ако Вселената е изникнала от „нищото“, тъй като то има нулев спин.

Трето, възникването на нашата вселена от нищото би спомогнало да се обясни защо общото съдържание на материята и енергията във Вселената е толкова малко, като може би е дори нулево. Когато съберем положителната енергия на материята и отрицателната енергия, свързана с гравитацията, двете като че ли се уравновесяват взаимно. Според общата относителност, ако Вселената е затворена и крайна, общото количество на материята и енергията във Вселената трябва да бъде точно нула. (Ако нашата вселена е отворена и безкрайна система, това не би трябвало да е вярно, но изглежда, че инфлационната теория показва, че общото количество на материята и енергията във Вселената е забележително малко.)

КОНТАКТ МЕЖДУ ВСЕЛЕНИТЕ?

Това положение оставя неразрешени някои мъчителни въпроси: Ако физиците не могат да изключат възможността да съществуват няколко типа паралелни вселени, то ще бъде ли възможно да осъществим контакт с тях? Да ги посетим? Или може би същества от други вселени са ни посещавали — дали и това е възможно?

Контактът с други квантови вселени, които са декохерирани от нас, изглежда крайно неправдоподобен. Причината, поради която сме декохерирани от тези други вселени, е, че нашите атоми са се блъснали в безброй други атоми в околната среда. Всеки път когато протече сблъсък, вълновата функция на атома като че ли „колапсира“ малко, т.е. броят на паралелните вселени намалява. Всеки сблъсък ограничава броя на възможностите. Общият сбор на всички тези трилиони атомни „мини-колапси“ създава илюзията, че атомите на нашето тяло са колапсирани напълно в определено състояние. „Обективната реалност“ на Айнщайн е илюзия, създадена от факта, че разполагаме с толкова много атоми в нашето тяло, като всеки от тях се блъска в други, което всеки път ограничава броя на възможните вселени.

Положението е такова, сякаш гледаме към нефокусирано изображение през камера. То би съответствало на микросвета, където всичко изглежда неясно и неопределено. Но всеки път когато нагласите фокуса на камерата, изображението става все по-ясно. Това съответства на трилионите съвсем малки сблъсъци със съседните атоми, всеки от които намалява броя на възможните вселени. По този начин осъществяваме плавно прехода от неясния микросвят към макросвета.

Затова вероятността да взаимодействаме с друга квантова вселена, подобна на нашата, не е нулева, но намалява заедно с броя на атомите във вашето тяло. Тъй като има трилиони трилиони атоми във вашето тяло, шансът да взаимодействате с друга вселена, обитавана от динозаври или извънземни, е безкрайно малък. Можете да изчислите, че ще трябва да чакате много по-дълго, отколкото продължава животът на Вселената, за да се случи подобно събитие.

Така че контактът с една квантова паралелна вселена не може да бъде изключен, но той би бил изключително рядко събитие, тъй като сме декохерирали от тези други вселени. Но в космологията се натъкваме на различен тип паралелна вселена — една мултивселена от вселени, които съществуват взаимно, подобно на сапунени мехурчета, които се носят във вана. Контактът с друга вселена в мултивселената е различен въпрос. Несъмнено това би било трудно и изключително постижение, но то може да бъде възможно за цивилизация от III тип.

Както посочихме по-горе, енергията, необходима за отварянето на дупка в пространството или за увеличаване на пространствено-времевата пяна, е от порядъка на енергията на Планк, където цялата известна физика търпи неуспех. Пространството и времето не са стабилни при тази енергия и това оставя открита възможността да напуснем някога нашата вселена (ако приемем, че съществуват други вселени и не загинем по време на преминаването).

Това не е само академичен въпрос, тъй като всички интелигентни форми на живот във Вселената един ден ще трябва да решат какво да правят, тъй като ще наближи нейният край. В крайна сметка теорията за мултивселената може да се окаже спасението на всички форми на интелигентен живот в нашата вселена. Наскоро получените данни от спътника WMAP, който в момента се движи в орбита около Земята,

потвърждават, че Вселената се разширява с увеличаваща се скорост. Един ден всички ние може да загинем по време на това, което физиците наричат голямото замръзване. Накрая цялата вселена ще почернее. Всичките звезди в небесата ще угаснат и Вселената ще се състои от мъртви звезди, неутронни звезди и черни дупки. Дори самите атоми на техните тела ще започнат да се разпадат. Температурите ще спаднат почти до абсолютната нула, правейки невъзможен живота.

Докато Вселената се приближава до този момент, една високоразвита цивилизация, която е изправена пред окончателната ѝ гибел, може да обмисли предприемането на своето последно пътуване — пътуването до друга вселена. Тези същества ще трябва да избират между бялата смърт и напускането. Законите на физиката са смъртна присъда за всички интелигентни форми на живот, но в тези закони има клауза, която допуска измъкването.

Такава цивилизация ще трябва да овладее мощта на огромните атомни ускорители и лазерните снопове с големина на слънчева система или звезден куп, за да концентрира огромна енергия върху една-единствена точка така, че да достигне приказната енергия на Планк. Възможно е самото извършване на това да бъде достатъчно за отварянето на дупка-червей или на портал към друга вселена. Една цивилизация от III тип може да използва колосалната енергия, която има на свое разположение, за да отвори дупка-червей, докато извършва пътуване към друга вселена, напускайки нашата умираща вселена и започвайки всичко отначало.

БЕБЕ-ВСЕЛЕНА В ЛАБОРАТОРНИ УСЛОВИЯ?

Колкото и да изглеждат изсмукани от пръстите някои от тези идеи, те са били обмисляни сериозно от физиците. Например, когато се опитваме да разберем как е започнал Големият взрив, трябва да анализираме условията, които може да са довели до тази първоначална експлозия. С други думи, трябва да зададем въпроса: Как правите бебе-вселена в лабораторни условия? Андрей Линде от Станфордския университет, един от съавторите на идеята за инфлационната вселена, казва, че ако можем да създаваме бебета-вселени, то тогава „може би е време да дефинираме отново Бога като нещо, чиято роля е по-сложна от това да бъде само създател на Вселената“.

Идеята не е нова. Преди години, когато физиците изчислиха енергията, необходима за възпламеняване на Големия взрив, „хората веднага започнаха да се питат какво ще стане, ако натрупате много енергия на едно място в лабораторни условия — ако стреляте с много оръдия едновременно. Ще можете ли да концентрирате достатъчно енергия, за да предизвикате един мини Голям взрив?“, пита Линде.

Ако сте концентрирал достатъчно енергия в една-единствена точка, всичко, което ще постигнете, ще бъде колапс на континуума пространство-време в черна дупка, нищо повече. Но през 1981 г. Алън Гът от МТИ и Линде предложиха теорията за „инфлационната вселена“, която впоследствие предизвика огромен интерес сред космолозите. Според тази идея Големият взрив е започнал с турбозаредено разширение, което е протекло много по-бързо, отколкото са смятали учените преди това. (Идеята за инфлационната вселена решила ред трудно преодолими проблеми в космологията като например защо Вселената е толкова еднообразна. Накъдето и да погледнем, от едната част на нощното небе до противоположната страна, виждаме еднообразна вселена, въпреки че не е изминало достатъчно време след Големия взрив, за да влязат в контакт тези разделени от огромни разстояния региони. Отговорът на загадката, според теорията за инфлационната вселена гласи, че едно съвсем малко късче от континуума пространство-време, което било сравнително еднообразно, се е взривило, за да се превърне в цялата видима вселена.) За да стартира със скок раздуването, Гът допуска, че в началото на времето е имало съвсем малки мехурчета континуума пространство-време, едно от които се е раздуло невероятно много, за да се превърне в днешната вселена.

С един замах теорията за инфлационната вселена дава отговор на множество космологични въпроси. Нещо повече, тя се съгласува с всички данни, които се изливат днес от открития космос от спътниците WMAP и COBE. На практика тя безспорно е водещият кандидат за мястото на една теория на Големия взрив.

Обаче теорията за инфлационната вселена повдига поредица от неудобни въпроси. Защо това мехурче е започнало да се раздува? Какво е прекратило разширението, което е довело до появата на днешната вселена? Ако раздуването е протекло някога, то може ли то да настъпи отново? По ирония на съдбата, въпреки че инфлационният

сценарий е водещата теория в космологията, почти нищо не е известно за това какво е предизвикало раздуването и защо то е спряло.

За да отговорят на тези мъчителни въпроси, през 1987 г. Алън Гът и Едуард Фери от МТИ задали друг хипотетичен въпрос: как една високоразвита цивилизация може да раздуе своя собствена вселена? Те вярвали, че ако успеят да отговорят на този въпрос, ще могат да бъдат в състояние да отговорят и на по-дълбокомисления въпрос защо Вселената е започнала да се раздува.

Те открили, че ако концентрирате достатъчно енергия в една-единствена точка, ще се образуват спонтанно съвсем малки мехурчета пространство-време. Но ако мехурчетата бъдат прекалено малки, те ще изчезнат обратно в пространствено-времевата пяна. Само ако мехурчетата бъдат достатъчно големи, ще могат да се разширят така, че да се превърнат в цяла вселена.

Отвън раждането на тази нова вселена няма да изглежда кой знае колко впечатляващо, като ще предизвика не по-силно впечатление от това, което се създава при детонирането на 500-килотонова атомна бомба. Ще изглежда така, сякаш едно малко мехурче е изчезнало от Вселената, оставяйки след себе си слаба ядрена експлозия. Но вътре в мехурчето може да изникне с разширение съвсем нова вселена. Представете си едно сапунено мехурче, което се разделя или отделя по-малко мехурче, създавайки сапунено мехурче-бебе. Съвсем малкото сапунено мехурче може да се разшири бързо в съвсем ново сапунено мехурче. Също така вътре във Вселената ще видите огромна експлозия на континуума пространство-време и създаването на цяла вселена.

След 1987 г. бяха предложени много теории, за да се провери дали внасянето на енергия може да накара едно голямо мехурче да се разшири така, че да се превърне в цяла вселена. Според най-общоприетата теория една нова частица, наречена „инфлатон“, е дестабилизирала континуума пространство-време, карайки тези мехурчета да се образуват и разширяват.

Последният спор избухна през 2006 г., когато физиците започнаха да гледат сериозно на едно ново предложение да бъде възпламенена бебе-вселена с монополус. Въпреки че монополусите — частици, които имат само един-единствен северен или южен полус, — никога не са били наблюдавани, се смята, че те са заемали централно място в първоначалната ранна вселена. Те са толкова

масивни, че е изключително трудно да бъдат създадени в лабораторни условия, но точно защото са толкова масивни, ако инжектираме още повече енергия в един монополус, ще бъдем в състояние да възпламеним едно бебе-вселена, за да се разшири то и да се превърне в истинска вселена.

Защо физиците биха искали да създадат една вселена? Линде казва: „При тази перспектива всеки от нас може да стане бог.“ Но има една по-практична причина за желанието да създадем нова вселена: за да избегнем в крайна сметка евентуалната смърт на нашата вселена.

ЕВОЛЮЦИЯТА НА ВСЕЛЕНИТЕ?

Някои физици доразвиват тази идея още по-нататък, до самите граници на научната фантастика, когато задават въпроса дали някакъв интелект може да е взел участие при проектирането на нашата вселена.

Според представата, изградена от Гът и Фери, една високоразвита цивилизация може да създаде бебе-вселена, но физическите константи (например масата на електрона и протона и големините на четирите сили) са същите като при нас. Но какво ще стане, ако една високоразвита цивилизация може да създава бебета-вселени, които се различават малко по отношение на своите фундаментални константи? В такъв случай бебетата-вселени ще бъдат в състояние да „еволюират“ с течение на времето, като всяко поколение на бебетата-вселени ще се различава малко от предишното.

Ако решим, че фундаменталните константи са „ДНК“-то на една вселена, това означава, че някаква форма на интелигентен живот може би ще бъде в състояние да създаде бебе-вселена с малко по-различно ДНК. Накрая вселените ще еволюират и онези от тях, които са се размножили, ще са тези, които са разполагали с най-качествено „ДНК“, позволило процъфтяването на форми на интелигентен живот. Физикът Едуард Харисън, уповавайки се на предишна идея, лансирана от Лий Смолин, предлага идеята за „естествен подбор“ между вселените. Вселените, които господстват в мултивселената, са точно тези, които притежават най-качественото ДНК, което е съвместимо със създаването на високоразвити цивилизации, които на свой ред създават още бебета-вселени. „Оцеляването на най-приспособения“ — това означава просто оцеляването на вселените, при които има най-благоприятни условия за създаването на високоразвити цивилизации.

Ако тази представа е вярна, това ще обясни защо фундаменталните константи на Вселената са „настроени фино“ да допуснат съществуването на живот. Това означава само че вселените с желани фундаментални константи, съвместими с живота, са вселените, които се размножават в мултивселената.

(Въпреки че идеята за „еволюцията на вселените“ е привлекателна, защото може да бъде в състояние да обясни проблема, породен от антропния принцип, трудността, пред която е изправена, е, че е недоказуема и нефалшифицируема. Ще трябва да чакаме, докато се сдобием със завършена теория на всичко, преди да можем да разберем тази идея.)

Понастоящем технологията е прекалено примитивна, за да разкрие присъствието на паралелни вселени. Затова всичко това би трябвало да бъде окачествено като спадащо към Клас II на невъзможните неща — като нещо, което е невъзможно днес, но не нарушава законите на физиката. Във времеви мащаб, вариращ от хиляди до милиони години, тези хипотези биха могли да станат основата на една нова технология за цивилизация от III тип.

[1] Каку. *Hyperspace*, с. 22. ↑

[2] Pais, с. 330. ↑

[3] Каку. *Hyperspace*, с. 118. ↑

[4] Max Tegmark. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 37. ↑

[5] Cole, с. 222. ↑

[6] Greene, с. 111. ↑

[7] Още една привлекателна черта на интерпретацията, свързана с „много светове“, е, че не се изискват допълнителни допускания, които се различават от първоначалното вълново уравнение. В тази образна представа не трябва да колапсираме никога вълновите функции или да правим наблюдения. Вълновата функция просто се дели изцяло сама на себе си, автоматично, без никаква намеса или допускания отвън. В този смисъл на думата теорията за „много светове“ е по-проста в концептуално отношение от всички други теории, които изискват външни наблюдатели, измервания, колапси на вълните и т.н. Вярно е, че сме обременени с безкрайно много вселени, но вълновата функция ги следи зорко без никакви допълнителни

допускания отвън. Един от начините да разберем защо нашата физическа вселена изглежда толкова стабилна и безопасна се състои в това да призовем на помощ декохерентността, т.е. да приемем, че сме декохерирани от всички тези други паралелни вселени. Но декохерентността не елиминира тези други паралелни вселени. Тя обяснява само защо изглежда толкова стабилна нашата вселена, която се намира сред безкрайно много други вселени. Декохерентността се основава на идеята, че вселените могат да се разделят на много вселени, но че нашата вселена, чрез взаимодействия с околната среда, се обособява напълно от тези други вселени. ↑

[8] Kaku. *Parallel Worlds*, с. 169. ↑

ЧАСТ III
КЛАС III НА НЕВЪЗМОЖНИТЕ НЕЩА

14. МАШИНИ С ВЕЧЕН ДВИГАТЕЛ

Теориите имат четири етапа на приемане:

- а) това е безполезна глупост;*
- б) това е интересно, но погрешно;*
- в) това е вярно, но няма почти никакво значение;*
- г) винаги съм казвал това.*

Дж. Б. С. Халдейн, 1963 г.

В класическия роман на Айзък Азимов „Самите богове“ един неизвестен химик случайно попада през 2070 г. на най-голямото откритие на всички времена — електронната помпа, която произвежда безплатно неограничено количество енергия. Въздействието на това откритие се усеща веднага и то е дълбоко. Той е приветстван като най-големия учен на всички времена заради това, че е задоволил неутолимата жажда за енергия на цивилизацията. „Тя беше Дядо Коледа и лампата на Аладин за целия свят“, пише Азимов.^[1] Компанията, която основава той, скоро става една от най-богатите корпорации на планетата, като разорява нефтената, газовата, въглищната и атомната индустрия.

Светът е залят от безплатна енергия и цивилизацията се опива от тази новооткрита мощ. Докато всички хвалят великото постижение, само един физик изпитва безпокойство. „Откъде идва цялата тази безплатна енергия?“, пита се той. Накрая разкрива тайната. Безплатната енергия идва със страшна цена. Тази енергия се излива от дупка в пространството, която свързва нашата вселена с една паралелна вселена, и внезапният прилив на енергия в нашата вселена отприщва верижна реакция, която накрая ще унищожи звездите и галактиките, превръщайки Слънцето в супернова и унищожавайки Земята заедно с него.

Откакто има писмена история, Светият граал за изобретатели, учени, както и на шарлатани и майстори на измамите е била приказната „машина с вечен двигател“ — устройство, което работи

вечно без никаква загуба на енергия. Още по-добър вариант на тази машина е устройството, което може да генерира *повече* енергия, отколкото потребява, като електронната помпа, която генерира безплатна енергия в неограничено количество.

През следващите години, докато нашият индустриализиран свят постепенно изчерпва запасите от евтин нефт, ще бъде оказан огромен натиск, за да бъдат открити нови източници на чиста енергия. Все по-увеличаващите се цени на газа, намаляващата продукция, повишеното замърсяване, атмосферните промени — всичко това подхранва един подновен и неимоверно силен интерес към енергията.

Днес няколко изобретатели, които се носят върху тази вълна на загриженост, обещават да произведат неограничени количества безплатна енергия, предлагайки да продадат своите изобретения за стотици милиони. Десетки инвеститори периодично се нареждат на опашка, примамени от сензационните твърдения във финансовите медии, които често приветстват тези съвременни отшелници като следващите едисоновци.

Популярността на машините с вечен двигател е широка. В един епизод на „Семейство Симпсън“, озаглавен „РТА се разпуска“, Лайза конструира своя собствена машина с вечен двигател по време на една учителска стачка. Това подтиква Хоумър да заяви строго: „Лайза, ела тук... в тази къща се подчиняваме на законите на термодинамиката!“

В компютърните игри „Дъ Симс“, „Ксеносага Епизоди I“ и „II“, и „Ултима VI: Лъжливият пророк“, както и в програмата на Никелодеон „Нашественикът Зим“, машините с вечен двигател фигурират често в сюжетите.

Но ако енергията е толкова ценна, то тогава каква точно е вероятността да създадем машина с вечен двигател? Дали тези устройства са наистина невъзможни, или тяхното създаване ще изисква преразглеждане на законите на физиката?

ИСТОРИЯТА ОТ ЕНЕРГИЙНА ГЛЕДНА ТОЧКА

Енергията е жизненоважна за цивилизацията. На практика цялата човешка история може да бъде разглеждана през лупата на енергията. През 99,9 процента от човешкото съществуване първобитните общества са водели номадски начин на живот, мъчейки си да си осигурят оскъдна прехрана, като са търсели полезни отпадъци

и са ходели на лов, за да си набавят храна. Животът е бил тежък и кратък. Енергията, която ни е била достъпна, възлизала на една пета от една конска сила — силата на нашите собствени мускули. Анализите на костите на нашите предци показват следи от неимоверно износване, причинено от смазващото бреме на ежедневното оцеляване. Средната продължителност на живота е била по-малко от двадесет години.

Но след края на последната ледникова епоха, който настъпва преди около десет хиляди години, ние сме открили земеделието и опитомените животни, и по-специално коня, което постепенно е повишило добива на енергия до една или две конски сили. Това предизвикало първата велика революция в човешката история. С помощта на коня или вола един човек разполагал с достатъчно енергия, за да изоре цяло поле съвсем сам, да измине десетки мили за един ден, или да мести стотици фунтове камъни или зърнени храни от едно място на друго. За първи път в човешката история семействата разполагали с излишък от енергия и в резултат на това били основани първите градове. Излишната енергия означавала, че обществото може да си позволи да подпомогне една класа от занаятчии, архитекти, строители и писари и по този начин древната цивилизация можела да процъфтява. Скоро големи пирамиди и империи изникнали от джунглите и пустинята. Средната продължителност на живота достигнала около тридесет години.

След това, през периода преди около триста години, избухнала втората велика революция в човешката история. С появата на машините и на парната енергия енергията, която била достъпна на един-единствен човек, се увеличила на десетки конски сили. Чрез овладяването на енергията на парния локомотив хората вече можели да пресичат цели континенти за няколко дни. Машините можели да изорат цели полета, да транспортират стотици пътници на разстояния от хиляди мили и да ни позволят да изградим огромни внушителни градове. През 1900 г. средната продължителност на живота била достигнала почти петдесет години в Съединените щати.

Днес се намираме по средата на третата велика революция в човешката история — информационната революция. Заради бума на населението и вълчия ни апетит за електричество и енергия енергийните ни потребности са се увеличили неимоверно и запасите от енергия са на предела. Енергията, която е достъпна на един-

единствен индивид, сега се измерва с хиляди конски сили. Приемаме за вярно, че една-единствена кола може да генерира енергия от порядъка на стотици конски сили. Не е учудващо, че това търсене на все повече енергия е пробудило интереса към по-големите източници на енергия, като в това число влизат и машините с вечен двигател.

МАШИНИТЕ С ВЕЧЕН ДВИГАТЕЛ В ИСТОРИЧЕСКИ ПЛАН

Търсенето на машина с вечен двигател датира от древността. Първият записан опит за конструиране на машина с вечен двигател датира от VIII в. в Бавария. Това бил прототип на стотици разновидности, които щели да се появят през следващите хиляда години. Основавал се на серия от малки магнити, прикрепени към колело, подобно на едно колело на Ферис. Колелото било поставено върху много по-голям магнит, който се намирал на пода. Докато всеки магнит върху колелото преминава над неподвижния магнит, се предполагало, че той първо ще бъде привлечен, а после отблъснат от по-големия магнит, като по този начин ще бутне колелото и ще създава вечно движение.

Друг остроумно направен модел бил измислен през 1150 г. от индийския философ Бхаскара, който предложил колело, което да се движи вечно, като се прибави тежест към ръба му, която да кара колелото да се върти, защото е извадено от равновесие. Работата щяла да се върши от тежестта, докато то се върти, и след това то щяло да се връща в първоначалното си положение. Бхаскара твърдял, че чрез повтарянето на този процес отново и отново човек може да извлече безплатно неограничено количество енергия.

Баварският проект и този на Бхаскара на машини с вечен двигател и техните многобройни потомци притежават едни и същи съставни елементи: някакво колело, което може да прави едно-единствено завъртане, без да се добавя никаква енергия, произвеждайки по време на този процес използвана енергия. (Внимателното проучване на тези добре измислени машини обикновено показва, че в действителност във всеки цикъл на работа се губи енергия или че не може да бъде получена използвана енергия.)

Настъпването на Ренесанса ускорява даването на предложения за машина с вечен двигател. През 1635 г. бил даден първият патент за машина с вечен двигател. До 1712 г. Йохан Беслер бил анализирал

около триста различни модела и предложил своя собствена конструкция. (Мълвата гласи, че неговата домашна прислужница по-късно разкрила, че машината му е измама.) Дори великият ренесансов художник и учен Леонардо да Винчи се интересувал от машините с вечен двигател. Въпреки че ги отричал публично, като ги сравнявал с безплодното търсене на философския камък, когато бил сам, той правел в своите бележници добре измислени скици на самозадвижващи се машини с вечен двигател, като сред тях имало центрофужна помпа и шапка на комин, използвани за въртене на шиш за печене на месо над огъня.

До 1775 г. били предложени толкова много проекти, че Кралската академия на науките в Париж заявила, че „повече няма да приема или да разглежда предложения, свързани с вечния двигател“.

Артър Орд-Хюм — историк на машините с вечен двигател, пише за неуморната отдаденост на тези изобретатели, които работели при изключително неблагоприятни условия, като ги сравнява с древните алхимици. „Но — отбелязал той — дори алхимикът... е знаел кога го бият.“

МОШЕНИЧЕСТВА И ИЗМАМИ

Стимулът за конструиране на машина с вечен двигател бил толкова мощен, че измамите станали нещо обичайно. През 1813 г. Чарлс Редхейфър изложил на показ в Ню Йорк машина, която поразила публиката, тъй като произвеждала безплатно неограничено количество енергия. (Но когато Робърт Фултън проучил внимателно машината, открил скрит ремък от катгут, който я задвижвал. На свой ред този кабел бил свързан с човек, който въртял тайно една манивела на тавана.)

Учени и инженери също започнали да конструират с нескрит ентузиазъм машини с вечен двигател. През 1870 г. издателите на „Сайънтифик Американ“ били измамени с машина, конструирана от И. П. Уилис. Списанието публикувало статия със сензационното заглавие „Най-голямото откритие, правено някога“. Едва по-късно изследователи открили, че машината с вечен двигател на Уилис притежава скрит източник на енергия.

През 1872 г. Джон Ърнст Уоръл Кели извършил най-сензационното и доходно мошеничество на своето време, измамвайки

инвеститорите с почти 5 милиона долара — сума, достойна за принц в края на XIX век. Неговата машина с вечен двигател се основавала на резониращи регулиращи вилки, за които той твърдял, че са свързани с „етера“. Кели, човек без никакви научни познания, канел богати инвеститори в къщата си, където ги удивявал със своя хидро пневматичен пулсиращ вакуумен двигател, който свистял без никакъв външен източник на енергия. Алчни инвеститори, смаяни от самозадвижващата се машина, се тълпели, за да наляят пари в ковчежето му.

По-късно някои инвеститори, които изгубили илюзиите си, го обвинили в измама, и той наистина прекарал известно време в затвора, въпреки че умрял като богат човек. След смъртта му изследователи открили находчиво измислената тайна на неговата машина. Когато къщата му била разрушена, на пода и в стените на сутерена били открити скрити тръби, които тайно подавали сгъстен въздух към машината. На свой ред тези тръби се захранвали с енергия от маховик.

Дори Американският флот и президентът на Съединените щати били изиграни от подобна машина. През 1881 г. Джон Гамджи изобретил машина с течен амоняк. Изпаряването на студения амоняк създавало разширяващи се газове, които можели да задвижват бутало, и вследствие на това захранвали с енергия машини, като била използвана само топлината на океана. Американският флот бил толкова очарован от идеята за извличане на неограничено количество енергия от океаните, че одобрил устройството и дори го демонстрирал на президента Джеймс Гарфийлд. Проблемът се състоял в това, че парата не се кондензирала обратно в течност така, както трябвало. Вследствие на това цикълът не можел да бъде завършен.

Толкова много предложения за машини с вечен двигател били представени на Американското бюро за патенти и търговски марки (USPTO), че то отказало да издаде патент за подобно устройство, докато не бъде представен работещ модел. В някои редки случаи, когато патентните проучватели не можели да открият никакъв очевиден дефект в един модел, бивал издаден патент. USPTO твърди: „С изключение на случаите, включващи вечен двигател, обикновено Бюрото не изисква модел, който да демонстрира начина на действие на едно устройство.“ (Тази вратичка в закона е позволила на безскрупулни изобретатели да убеждават наивни инвеститори да

финансират техните изобретения, тъй като твърдели, че USPTO е признало официално тяхната машина.)

Стремежът към конструиране на машина с вечен двигател обаче не е безплоден от научна гледна точка. Тъкмо обратното — въпреки че изобретателите така и не са създали машина с вечен двигател, огромният обем на времето и енергията, вложени в изграждането на такава приказна машина, е накарал физиците да проучат внимателно естеството на топлинните машини. (По същия начин безплодното търсене от алхимиците на философския камък, който може да превръща оловото в злато, е спомогнало за откриването на някои от основните закони на химията.)

Например през 60-те години на XVIII в. Джон Кокс разработил часовник, който можел наистина да работи вечно, тъй като се хранял с енергия от промените в атмосферното налягане. Промените във въздушното налягане задвижвали барометър, който после въртял стрелките на часовника. Този часовник работел наистина и той съществува и до днес. Часовникът може да работи вечно, защото енергията се извлича отвън под формата на промени в атмосферното налягане.

Машини с вечен двигател като тази на Кокс накрая накарали учените да изкажат хипотезата, че такива машини биха могли да работят вечно само ако енергията бъде внесена в устройството отвън, т.е. ако общото количество на енергията бъде запазено. Тази теория накрая довела до формулирането на Първия закон на термодинамиката — който гласи, че общото количество на материята и енергията не може да бъде създадено или унищожено. Накрая били постулирани трите закона на термодинамиката. Вторият закон гласи, че общото количество на ентропията (безредието) винаги се увеличава. (Грубо казано, според този закон топлината тече спонтанно само от по-горещи към по-студени места.) Третият закон гласи, че никога не можете да достигнете абсолютната нула.

Ако сравним Вселената с игра и целта на тази игра е да се извлича енергия, то тогава трите закона могат да бъдат перифразирани така:

„Не можете да получите нещо за нищо.“ (Първи закон)

„Не можете дори да избягате.“ (Втори закон)

„Не можете дори да излезете от играта.“ (Трети закон)

(Физиците обичат да твърдят, че тези закони не са задължително абсолютно верни през цялото време. Независимо от това досега не е било откривано отклонение от тях. Всеки, който се опита да опровергае тези закони, трябва да се противопостави на провеждани старателно в течение на векове научни експерименти. Ще разгледаме накратко възможните отклонения от законите.)

Трите закона, които спадат сред върховните постижения на науката на XIX в., са белязани както от трагедията, така и от триумфа. Една от основните фигури при формулирането на законите, великият германски физик Лудвиг Болцман, се самоубил до известна степен заради полемиката, която разпалил при формулирането.

ЛУДВИГ БОЛЦМАН И ЕНТРОПИЯТА

Болцман бил нисък, недодялан човек с изпъкнал гръден кош и огромна, лесоподобна брада. Неговата страховита и свирепа външност обаче давала невярна представа за раните, които той получавал, докато защитавал идеите си. Въпреки че физиката на Нютон била поставена на здрави основи през XIX в., Болцман знаел, че тези закони никога не са били прилагани строго върху спорната концепция за атомите — концепция, която все още не била приета от мнозина водещи учени. (Понякога забравяме, че само преди един век е имало легиони учени, които са настоявали, че атомът е само умно измислена джунджурия, а не нещо, което съществува наистина. Атомите са толкова невъзможно малки, твърдели те, че вероятно изобщо не съществуват.)

Нютон показал, че механични сили, а не духове или нечие желание, са достатъчни за определяне на движението на обектите. След това Болцман извел елегантно много от законите за газовете чрез едно просто допускане: че газовете са съставени от атоми, които, подобно на билиардни топки, се подчиняват на законите на силите, формулирани от Нютон. Според Болцман една камера, в която има газ, прилича на кутия, изпълнена с трилиони съвсем малки стоманени топки, като всяка от тях отскача от стените и от всяка друга съобразно Нютоновите закони за движението. В един от най-големите шедьоври на физиката Болцман (и независимо от него Джеймс Кларк Максуел) показали по математически път как това просто допускане може да доведе до смайващи нови закони и да създаде цял нов дял във физиката, наречен статистическа механика.

Изведнъж се оказало, че много от свойствата на материята могат да бъдат изведени от първите принципи. Тъй като законите на Нютон предвиждали, че енергията трябва да се запазва, когато бъде приложена върху атоми, всеки сблъсък между атоми запазвал енергията. Това означавало, че една цяла камера с трилиони атоми също запазва енергията. Запазването на енергията сега можело да бъде установено не само по експериментален път, но и въз основа на първите принципи, т.е. на Нютоновото движение на атомите.

Но през XIX в. съществуването на атомите все още било оспорвано разгорещено и често било осмивано от видни учени като философа Ернст Мах. Тъй като бил чувствителен човек, който често изпадал в депресия, Болцман за свое неудоволствие установил, че е станал гръмоотводът, фокусът на злостните атаки на антиатомистите. Според антиатомистите нищо, което не може да бъде измерено, не съществува, като в това число влизат и атомите. За да стане унижението на Болцман още по-голямо, много от неговите статии били отхвърлени от издателя на известно германско списание за физика, защото смятал, че атомите и молекулите са по-скоро тясно приложими теоретични инструменти, отколкото обекти, които наистина съществуват в природата.

Изтощен и огорчен от всичките личностни нападки, Болцман се обесил през 1906 г., докато жена му и детето му били отишли на разходка. За съжаление той не разбрал, че само година преди това един безразсъден млад физик на име Алберт Айнщайн е направил невъзможното — бил написал първата статия, в която се демонстрирало съществуването на атомите.

ОБЩАТА ЕНТРОПИЯ ВИНАГИ НАРАСТВА

Работата на Болцман и на други физици спомогнала за изясняване на естеството на машините с вечен двигател, като ги разделила на два типа. Машините с вечен двигател от първия тип са тези, които нарушават Първия закон на термодинамиката, т.е. те наистина произвеждат повече енергия, отколкото потребяват. Във всеки случай физиците установяват, че този тип машина с вечен двигател зависи от скрити, външни източници на енергия, било чрез измама, било защото изобретателят не е разбрал кой е източникът на външна енергия.

Машините с вечен двигател от втория тип са по-остроумно направени. Те се подчиняват на Първия закон на термодинамиката — запазването на енергията, — но нарушават Втория закон. На теория една машина с вечен двигател от втория тип не произвежда отработена топлина и затова притежава стопроцентова ефективност.^[2] Но според Втория закон такава машина е невъзможна — т.е. отработена топлина задължително трябва да бъде произвеждана винаги — и вследствие на това безредията или хаосът във Вселената, или иначе казано ентропията, винаги нараства. Независимо от това колко ефективна е машината, тя винаги ще произвежда някаква отработена топлина, като по този начин ще повишава ентропията във Вселената.

Фактът, че общата ентропия винаги нараства, заема централно място и в човешката история, и в Майката природа. Според Втория закон е много по-лесно да се унищожава, отколкото да се гради. Нещо, за чието създаване може да са били необходими хиляди години, като например великата империя на ацтеките в Мексико, може да бъде унищожено за няколко месеца. И точно това се случило, когато една дрипава банда от испански конквистадори, въоръжени с огнестрелни оръжия и яхнали коне, разбила напълно империята.

Всеки път когато погледнете в огледалото и видите нова бръчка или бял косъм, вие наблюдавате ефектите от Втория закон. Биолозите ни казват, че процесът на остаряването представлява постепенно натрупване на генетични грешки в нашите клетки и гени, така че способността на клетката да функционира бавно се влошава. Остаряването, ръждясването, гниенето, разлагането, разпадането и рухването са също примери за действието на Втория закон.

Обръщайки внимание на неразбираемата същност на Втория закон, астрономът Артър Едингтън веднъж казал: „Мисля, че законът, според който ентропията винаги нараства, заема най-важното място сред законите на Природата... ако бъде установено, че вашата теория противоречи на Втория закон на термодинамиката, не мога да ви обнадежда по никакъв начин. Не ви остава нищо друго, освен да изпаднете в най-дълбоко унижение.“

Дори днес предприемчиви инженери (и интелигентни шарлатани) продължават да обявяват, че са изобретили машини с вечен двигател. Неотдавна от „Уолстрийт Джърнъл“ ме помолиха да коментирам работата на един изобретател, който наистина бе убедил

инвеститори да вложат милиони долари в неговата машина. В големите финансови вестници бяха публикувани спиращи дъха статии, писани от журналисти без научни познания, които изпадаха в телешки възторг от потенциалната способност на това изобретение да промени света (и да породи междуременно баснословни и лесни печалби). „Гений или чудак?“, тръбяха заглавията.

Инвеститорите вложиха огромни пари в това устройство, което нарушаваше основните закони на физиката и химията, които се преподаваха в гимназията. (Това, което ме шокира, не бе, че едно лице се опитва да измами лековерните — това бе ясно като зората. Това, което изненадваше, бе, че на изобретателя му бе толкова лесно да мами богати инвеститори поради липсата на разбиране на елементарната физика от тяхна страна.) Повторих на „Джърнъл“ поговорката: „Глупакът и парите му се разделят лесно“ и прочутия афоризъм на П. Т. Барнъм: „Всяка минута се ражда по един наивник.“ Може би не е изненадващо и че „Файненшъл Таймс“, „Икономист“ и „Уолстрийт Джърнъл“ публикуват големи статии, чиято специална тема са различни изобретатели, които рекламират шумно своите машини с вечен двигател.

ТРИТЕ ЗАКОНА И СИМЕТРИИТЕ

Но всичко това повдига един по-дълбокомислен въпрос: Защо железните закони на термодинамиката са валидни изобщо? Това е мистерия, която е будела любопитството на учените, откакто законите са били предложени за първи път. Ако можем да отговорим на този въпрос, може би щяхме да намерим вратички в тези закони и последствията щяха да бъдат разтърсващи.

В Института за следдипломна квалификация един ден буквално загубих дар слово, когато най-сетне научих истинския произход на запазването на енергията. Един от фундаменталните принципи на физиката (открит от математичката Еми Нетер през 1918 г.) гласи, че всеки път когато една система притежава симетрия, в резултат навлиза в сила законът за запазването. Ако законите на Вселената остават едни и същи с течение на времето, поразителният резултат от това е, че системата запазва енергията. (Освен това, ако законите на физиката остават едни и същи, в случай че се движите в която и да е посока, то тогава и механичният момент бива запазен във всяка посока. А ако

законите на физиката остават едни и същи при въртене, ъгловият момент бива запазен.)

Това ме обърка. Осъзнах, че когато анализираме звездната светлина, идваща от далечни галактики, намиращи се на разстояние от милиарди светлинни години, в самия край на видимата вселена, установяваме, че светлинният спектър е идентичен на спектрите, които можем да открием на Земята. В остатъчната светлина, която е била излъчена милиарди години преди раждането на Земята или Слънцето, виждаме същите ясно забележими „пръстови отпечатащи“ на спектъра на водорода, хелия, въглерода, неона и т.н. които откриваме на Земята днес. С други думи, основните закони на физиката не са се променили в продължение на милиарди години и са постоянна величина чак до външните краища на Вселената.

Осъзнах, че теоремата на Нетер означава най-малкото, че запазването на енергията вероятно ще продължава милиарди години наред, ако не и вечно. Доколкото ни е известно, нито един от фундаменталните закони на физиката не се е променил с течение на времето и това е причината, поради която енергията се запазва.

Последствията от теоремата на Нетер за модерната физика са дълбоки. Всеки път когато физиците създават нова теория, независимо от това дали тя разглежда произхода на Вселената, взаимодействията на кварките и други субатомни частици, или антиматерията, започваме отначало със симетриите, на които се подчинява системата. Всъщност за симетриите сега е известно, че са фундаменталният ръководен принцип при създаването на всяка нова теория. В миналото симетриите бяха смятани за страничен продукт от една теория — привлекателна, но в крайна сметка безполезна характеристика, която е хубава, но не е от особено значение. Днес осъзнаваме, че симетриите са най-важните характеристики, които определят всяка теория. При създаването на нови теории ние, физиците, започваме със симетрия, а после изграждаме теория около нея.

(За съжаление Еми Нетер, подобно на Болцман преди нея, трябвало да се бори със зъби и нокти за признание. Тъй като била жена, отказали да ѝ дадат постоянно място във водещите институции по полов признак. Наставникът на Нетер — големият математик Давид Хилберт, бил толкова обезсърчен от неуспеха да осигури

преподавателско място за Нетер, че възкликнал: „Какво сме ние, университет или дружество на къпещите се в баня?“)

Това повдига един обезпокоителен въпрос. Ако енергията бива запазена, защото законите на физиката не се променят с течение на времето, то тогава може ли тази симетрия да бъде нарушена в редки, необичайни обстоятелства? Все още има възможност запазването на енергията да може да се нарушава в космически мащаб, ако симетрията на нашите закони бъде нарушена на екзотични и неочаквани места.

Един начин, по който това може да стане, е ако законите на физиката варират с течение на времето или се променят заедно с разстоянието. (В романа на Азимов „Самите богове“ тази симетрия била нарушена, защото имало дупка в пространството, която свързвала нашата вселена с една паралелна вселена. Законите на физиката се променят в съседство с дупката в пространството и позволяват появата на пробив в законите на термодинамиката. Вследствие на това запазването на енергията може да бъде нарушено, ако има дупки в пространството, т.е. дупки-червеи.)

Друга вратичка в законите, която се обсъжда разгорещено днес, е дали енергията може да изскочи от нищото.

ЕНЕРГИЯ ОТ ВАКУУМА?

Един мъчителен въпрос гласи: Възможно ли е да се извлича енергия от нищото? Неотдавна физиците осъзнаха, че „нищото“ на вакуума изобщо не е празно, а в него кипи трескава дейност.

Един от защитниците на тази идея е ексцентричният гений на ХХ в. Никола Тесла, който е достоен съперник на Томас Едисон.^[3] Той е и един от защитниците на енергията на нулевата точка, т.е. идеята, че във вакуума може да има несметни количества енергия. Ако това е вярно, вакуумът ще стане последният „безплатен обяд“, способен да предостави неограничено количество енергия буквално от въздуха. Вместо вакуумът да бъде смятан за празен и лишен от каквато и да е материя, той ще се окаже последното хранилище на енергия.

Тесла се родил в малък град на място, което днес се намира в Сърбия, и пристигнал без пукната пара в Съединените щати през 1884 година. Скоро той станал помощник на Томас Едисон, но заради своята голяма надареност се превърнал в негов съперник. По време на едно

прочуто състезание, което историците кръстили „Войната на токовете“, Тесла бил изправен срещу Едисон. Едисон вярвал, че може да електрифицира света със своите електродвигатели, използващи прав ток (DC), докато Тесла бил откривателят на променливия ток (AC) и показал успешно, че неговите методи далеч надминават тези на Едисон и претърпяват значително по-малко загуби на енергия на определено разстояние. Днес цялата планета е електрифицирана въз основа на патентите на Тесла, а не на Едисон.

Изобретенията и патентите на Тесла са повече от седемстотин на брой и вместват в себе си някои от най-важните открития в модерната история на електричеството. Историците са доказали правдоподобността на твърдението, че Тесла е изобретил радиото преди Гулиелмо Маркони (общопризнат като изобретателя на радиото) и е работел с X-лъчи преди тяхното официално откриване от Вилхелм Рънтген. (И Маркони, и Рънтген по-късно спечелили Нобелова награда за открития, направени от Тесла години преди това.)

Тесла вярвал също, че може да извлече неограничено количество енергия от вакуума — твърдение, което за съжаление не е доказал в своите бележки. На пръв поглед „енергията на нулевата точка“ (или енергията, която се съдържа във вакуум) нарушава Първия закон на термодинамиката. Въпреки че енергията на нулевата точка отправя предизвикателство срещу законите на Нютоновата механика, понятието енергия на нулевата точка неотдавна изникна отново от една странна посока.

Когато учените анализират данните от спътниците, които в момента се движат в орбита около Земята, като например спътника WMAP, те стигат до поразителното заключение, че цели 73% от Вселената се състоят от „тъмна енергия“ — енергията на чистия вакуум. Това означава, че най-големият резервоар на енергия в цялата вселена е вакуумът, който разделя галактиките във Вселената. (Тази тъмна енергия е толкова колосална, че раздалечава галактиките една от друга и може накрая да разкъса Вселената на парчета по време на едно Голямо замръзване.)

Тъмната енергия се намира навсякъде във Вселената, като от нея има дори във вашата всекидневна и във вашето тяло. Количеството на тъмната енергия в открития космос е наистина астрономическо, като тя тежи повече от цялата енергия на звездите и галактиките, взети

заедно. Можем и да изчислим количеството на тъмната енергия на Земята и то е съвсем малко, прекалено малко, за да се използва за храненето с енергия на една машина с вечен двигател. Тесла бил прав в случая с тъмната енергия, но грешал за нейното количество на Земята.

Или пък е бил прав?

Една от най-неудобните празнини в модерната физика е, че никой не може да пресметне количеството тъмна енергия, което можем да измерим чрез спътниците. Ако използваме последната теория в атомната физика, за да изчислим количеството тъмна енергия във Вселената, стигаме до погрешно число от порядъка на 10^{120} ! Това е „единица“, следвана от 120 нули! Засега това е най-голямото несъответствие между теория и експеримент в цялата физика.

Проблемът е, че никой не знае как да изчисли „енергията на нищото“. Това е един от най-важните въпроси във физиката (защото накрая той ще определи съдбата на Вселената), но понастоящем не разполагаме с указание, което да ни подсказва как да я пресметнем. Нито една теория не може да обясни тъмната енергия, въпреки че експерименталните доказателства за нейното съществуване са очебийни.

Така че вакуумът наистина притежава енергия, както е подозирал Тесла. Но количеството на енергията вероятно е прекалено малко, за да бъде използвано като източник на използвана енергия. Има огромни количества тъмна енергия между галактиките, но количеството, което може да бъде открито на Земята, е съвсем малко. Но неудобството е в това, че никой не знае как да пресметне количеството на тази енергия или да установи откъде идва тя.

Моето мнение е, че запазването на енергията е в резултат на дълбоки, космологични причини. Всяко нарушение на тези закони непременно ще доведе до дълбока промяна в нашето разбиране за еволюцията на Вселената. А загадката на тъмната енергия принуждава физиците да влязат във фронтален сблъсък с този въпрос.

Тъй като създаването на истинска машина с вечен двигател може да ни задължи да преоценим фундаменталните закони на физиката в космологичен мащаб, бих причислил машините с вечен двигател към Клас III на невъзможните неща, т.е. или те са наистина невъзможни, или ще трябва да променим радикално нашето разбиране на

фундаменталната физика в космологичен мащаб, за да направим възможна подобна машина. Тъмната енергия остава една от големите незавършени глави в модерната наука.

[1] Asimov, с. 12. ↑

[2] Някои хора са възразявали на това, като са обявявали, че човешкият мозък, който е може би най-сложният обект, създаван някога от Майката природа в Слънчевата система, нарушава Втория закон. Човешкият мозък, който се състои от над 100 милиарда неврона, няма равен на себе си по сложност на нищо, което се намира в рамките на 24-те трилиона мили от Земята до най-близката звезда. Но как това огромно понижение на ентропията може да се съгласува с Втория закон, питат те? Самата еволюция като че ли нарушава Втория закон. Отговорът на въпроса гласи, че намаляването на ентропията, създадено от възникването на по-висши организми, в чието число влизат и хората, е настъпило за сметка на повишаването на общата ентропия другаде. Намаляването на ентропията, предизвикано от еволюцията, е балансирано с лихвите от повишаването на ентропията в околната среда, т.е. от ентропията на слънчевите лъчи, които се удрят в Земята. Създаването на човешкия мозък по еволюционен път понижава още повече ентропията, но това се компенсират с лихвите от хаоса, който създаваме (например замърсяването, отработената топлина, глобалното затопляне и др.). ↑

[3] Тесла обаче също е трагична фигура, тъй като вероятно е лишен с измама от възнагражденията, изплащани под формата на процент от прихода, за много от своите патенти и изобретения, прокарали пътя за появата на радиото, телевизията и революцията в телекомуникациите. (Ние, физиците, обаче сме гарантирали, че името на Тесла няма да бъде забравено. На него сме нарекли единицата мярка за магнетизъм. Един тесла се равнява на 10 000 гауса или това е величина, която съответства приблизително на големината на магнитното поле на Земята, увеличена двадесет хиляди пъти.) Днес той е забравен до голяма степен, като изключим това, че по-ексцентричните му твърдения са станали тема на разговори за конспирации и са част от градските легенди. Тесла вярвал, че може да осъществи връзка с форми на живот на Марс, да довърши единната теория на полето на Айнщайн, да разреже Земята на половина като

ябълка и да разработи лъч на смъртта, който да унищожава десет хиляди аероплана от разстояние 250 мили (около 450 км). (ФБР се отнесло толкова сериозно към твърдението му, че може да създаде лъч на смъртта, че конфискувало голяма част от бележките и лабораторното му оборудване след неговата смърт, като известна част от това имущество все още се държи някъде тайно на съхранение и до днес.) Тесла бил на върха на славата си през 1931 г., когато името му се появило на първата страница на списание „Тайм“. Той редовно смайвал публиката, като пускал пред ахкащите зрители огромни изкуствени мълнии с мощност от милиони волтове електрическа енергия. Това, което погубило Тесла обаче, било, че той бил прочут с небрежното си отношение към финансите и правните си дела. Изправен срещу батареята от адвокати, представляващи възникващите тогава електрически гиганти, Тесла загубил контрол над най-важните си патенти. Той започнал да проявява и признаци на МНР (маниакално-натрапчиво разстройство), тъй като бил обсебен от числото три. По-късно станал параноик, който живеел в нищета в хотел „Ню Йоркър“, като се страхувал, че враговете му го тровят и винаги бил една крачка пред своите кредитори. Починал в пълна бедност на осемдесет и шест години през 1943 година. ↑

15. ПРЕКОГНИЦИЯ

Парадоксът е истина, която стои на главата си, за да привлича внимание.

Никълъс Фалета

Има ли такова нещо като прекогницията или виждането в бъдещето? Тази древна представа се среща във всички религии, връщайки ни при оракулите на гърците и римляните и при пророците от Стария Завет. Но в подобни истории прорицателският дар може да бъде и проклятие. В гръцката митология има един мит за Касандра, дъщерята на царя на Троя. Тя привлякла вниманието на бога на слънцето Аполон със своята красота. За да спечели сърцето ѝ, Аполон я дарил със способността да вижда бъдещето. Но Касандра отблъснала предложенията на Аполон. В изблик на гняв той опорочил дарбата ѝ така, че Касандра да може да вижда бъдещето, но никой да не ѝ вярва. Когато Касандра предупредила жителите на Троя, че над тях е надвиснала гибел, никой не се вслушал в думите ѝ. Тя предрекла вероломството с Троянския кон, смъртта на Агамемнон и дори собствената си гибел, но вместо да ѝ обърнат внимание, троянците я сметнали за луда и я затворили.

Нострадамус, който е писал произведенията си през XVI в., а в по-нови времена Едгар Кейси, са твърдели, че могат да повдигнат воала на времето. Въпреки изказваните многократно твърдения, че техните предсказания са се сбъднали (например, че те са предрекли точно Втората световна война, убийството на Кенеди и падането на комунизма), неясният, алегоричен начин, по който много от тези ясновидци пишат, допуска най-различни противоречащи си тълкувания. Четиристишията на Нострадамус например са толкова лишени от конкретност, че всеки може да разпознае почти всичко в тях (и хората това правят). Ето съдържанието на едно четиристишие:

*Разтърсващи земята огньовете от световния център
бучат:*

*около „Новия град“ тресе се Земята,
двама благородници дълго ще водят безплодна война
Нимфата на изворите излива нова, червена река.*

Някои твърдят, че това четиристишие доказва, че Нострадамус е предвидил изгарянето на Кулите близнаци в Ню Йорк на 11 септември 2001 година. Но през вековете на същото това четиристишие са били правени десетки други тълкувания. Образите са толкова неясни, че са възможни много тълкувания.

Прекогницията е и любим похват на летописците, които пишат за надвисналата гибел над кралете и за падането на империите. В произведението на Шекспир „Макбет“ прекогницията е от особено значение за сюжета на пиесата и за амбициите на Макбет, който среща случайно три вещици, които предвиждат неговото издигане като крал на Шотландия. Със своите пагубни амбиции, разпалени от предсказанието на вещиците, той се отправя на кървав и страшен поход, за да избие своите врагове, включително невинната жена на неговия съперник Макдъф, както и децата му, които също нямат вина.

След като извършва поредица от позорни дела, за да заграби короната, Макбет узнава от вещиците, че не може да бъде победен в битка или „непобедим ще е Макбет, додето не тръгне Бърнамският лес в полето към хълма Дънсинейн“ и че „неуязвим до сетния си ден си ти за всеки от жена роден“.^[1] Макбет се успокоява от това пророчество, тъй като една гора не може да се движи, а всички мъже са родени от жени. Но Големият Бърнамски лес наистина започва да се движи, когато войските на Макдъф, маскирани с клони от Големия Бърнамски лес, настъпват срещу Макбет, а самият Макдъф се оказва роден с цезарово сечение.

Въпреки че пророчествата в миналото имат толкова много алтернативни тълкувания и вследствие на това е невъзможно истинността им да бъде доказана, има една серия от предсказания, чийто анализ е лесен: предсказанията, в които се сочи точната дата на края на съществуването на Земята — Денят на Страшния съд. Във всички времена, след като в последната част на Библията —

Откровението на Йоан, са описани с живописни подробности последните дни на Земята, когато хаосът и разрушението ще съпровождат пристигането на Антихриста и окончателното Второ пришествие на Христос, фундаменталистите са се опитвали да предскажат точната дата на Края на Дните.

Едно от най-прочутите от всички предсказания на Деня на Страшния съд е дело на астролози, които предрекли голямо наводнение, което щяло да сложи край на света на 20 февруари 1524 година. Предсказанието било направено въз основа на пресичането на пътищата на всички планети в небесата: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. Масова паника обхванала жителите на Европа. В Англия двадесет хиляди души избягали от домовете си, обзети от отчаяние. Около църквата „Сейнт Бартольмю“ била изградена крепост, в която имало запаси от храна и вода за два месеца. Из цяла Германия и Франция хората се заели трескаво да строят големи ноеви ковчези, за да издържат на потопа. Граф фон Иглехайм дори построил огромен, триетажен ноев ковчег, готвейки се за събитието. Но когато настъпила най-сетне датата, от небето заръсил само лек дъждец. Настроението на тълпата изведнъж преминало от страх в гняв. Хората, които били продали цялата си собственост и били променили изцяло живота си, се почувствали предадени. Разярените тълпи се развилнели. Графът бил пребит с камъни до смърт, а стотици били убити, докато брожението било усмирено.

Християните не са единствените, които са се поддавали на силата на пророчествата. През 1648 г. Шабетай Зеви, синът на богат еврейин от Смирна, се обявил за месия и предсказал, че светът ще приключи съществуването си през 1666 година. Красив, харизматичен и добре запознат с мистичните текстове от Кабалата, той бързо събрал група от непоколебимо верни последователи, които разпространили пророчествата му из цяла Европа. През пролетта на 1666 г. евреи от такива далечни страни като Франция, Германия и Унгария започнали да си стягат багажа, вслушани в призива на техния месия. Но по-късно през същата година Зеви бил арестуван от великия везир в Константинопол и бил окован във вериги и хвърлен в затвора. Изправен пред опасността да получи смъртно наказание, той захвърлил драматично своите еврейски одежди, сложил си турска

чалма и приел исляма. Десетки хиляди от неговите последователи изоставили култа, обезверени напълно.

Пророчествата на оракулите отекват и в наши дни, като влияят върху живота на милиони хора по целия свят. В Съединените щати Уилям Милър обявил, че Денят на Страшния съд ще настъпи на 3 април 1843 година. Докато вестта за неговото пророчество се разнасяла из Съединените щати, по някаква случайност зрелищен метеоритен дъжд озарил нощното небе през 1833 година. Този дъжд, който бил най-силният по рода си, засилил още повече въздействието на пророчеството на Милър.

Десетки хиляди, повярвали на учението му последователи, наречени милърити, зачакали настъпването на Армагедон. Когато 1843 г. дошла и си отишла, без да настъпи Краят на Дните, милъритското движение се разцепило на няколко големи групи. Заради огромния брой последователи, всяка от тези фракции щяла да окаже значително въздействие върху религията. Една голяма фракция на милъритското движение се прегрупирала през 1863 г. и променила името си на Църква на адвентистите на Седмия ден, която днес разполага с около 14 милиона покръстени членове. Централно място в тяхната вяра заема предстоящото Второ пришествие на Христос.

Друга фракция на милъритите по-късно била привлечена от съчинението на Чарлс Тейз Ръсел, който отложил датата на Деня на Страшния съд и я прехвърлил през 1874 година. Когато тази дата също отминала, без да се случи нищо, той преразгледал предсказанието си, което се основавало на анализ на Големите пирамиди в Египет, и този път прехвърлил датата през 1914 година. Тази група по-късно била наречена Свидетелите на Йехова и в нея членуват повече от 6 милиона души.

Други последователи на милъритското движение обаче продължават да правят предсказания, като по този начин предизвикват нови разделения всеки път когато някое пророчество не се сбъдва. Една малка фракция от милърити е Клонка Давидова. Членовете ѝ се отцепват от Адвентистите на Седмия ден през 50-те години на ХХ век. Те имат малка комуна в Уейко, Тексас, която попада под харизматичното влияние на един млад проповедник на име Дейвид Кореш, който говори хипнотизиращо за края на света. Тази група приключи сред пламъци съществуването си по време на трагичния си

сблъсък с ФБР през 1993 г., когато бушуващ пъкъл погълна двора около тяхната сграда, изпепелявайки 76-ма членове на сектата, сред които и 27 деца. Сред загиналите бе и Кореш.

МОЖЕМ ЛИ ДА ВИДИМ БЪДЕЩЕТО?

Могат ли строгите научни тестове да докажат, че някои индивиди са в състояние да виждат бъдещето? В дванадесета глава се убедихме, че пътуването във времето може да бъде съвместимо със законите на физиката, но когато става дума за високоразвита цивилизация от III тип. Но дали прекогницията е възможна днес на Земята?

Сложни тестове, проведени в центъра „Райн“, навеждат на мисълта, че някои хора могат да виждат бъдещето, т.е. могат да разпознават карти, преди те да бъдат обърнати с лицето нагоре. Но неколкократно провежданите експерименти показват, че ефектът е твърде малък и често изчезва, когато други се опитат да повторят резултатите.

На практика прекогницията е трудно съвместима с модерната физика, защото нарушава каузалността — закона за причината и следствието. Следствията протичат след причината, а не обратното. Всички закони на физиката, които са били открити досега, се подчиняват на каузалността. Нарушаването ѝ е сигнал за рухване на основите на физиката. Нютоновата механика намира здрава основа в лицето на каузалността. Законите на Нютон са толкова всеобхватни, че ако знаете мястото и положението на всички молекули във Вселената, можете да изчислите бъдещото движение на тези атоми. Така бъдещето става предвидимо. По принцип Нютоновата механика твърди, че ако разполагате с достатъчно мощен компютър, можете да пресметнете всички бъдещи събития. Според Нютон Вселената прилича на гигантски часовник, навит от Бога в началото на времето — часовник, който тиктака оттогава според Неговите закони. В теорията на Нютон няма място за прекогницията.

НАЗАД ВЪВ ВРЕМЕТО

Когато обсъждаме теорията на Максвел обаче, сценарият става много по-усложнен. Уравненията за светлината на Максвел имат не едно, а две решения — една „забавена“ вълна, която представлява

стандартното движение на светлината от една точка към друга; и една „напреднала“ вълна, при която светлинният лъч се движи назад във времето. Това „напреднало“ решение идва от бъдещето и стига до миналото!

Когато учените се натъквали на това „напреднало“ решение, което се движи назад във времето, те просто го отхвърлили като математически куриоз. Тъй като забавените вълни предсказват толкова точно режима на работа на радиото, микровълните, телевизията, радара и X-лъчите, те просто изхвърлили „напредналото“ решение през прозореца. Забавените вълни са толкова поразително красиви и ефектни, че учените просто пренебрегват грозната близначка. Защо да си правят безразсъдни експерименти с успеха?

Но за физиците напредналата вълна бе мъчителен проблем през миналото столетие. Тъй като уравненията на Максвел са сред стълбовете на модерната епоха, всяко решение на тези уравнения трябва да бъде приемано много сериозно, дори ако изисква приемането на вълни от бъдещето. Изглежда, че е невъзможно да бъдат пренебрегнати напълно напредналите вълни от бъдещето. Защо природата на това най-фундаментално равнище би ни дала такова странно решение? Дали това е жестока шега, или има някакъв по-дълбок смисъл?

Мистиците започват да проявяват интерес към напредналите вълни, като изказват хипотезата, че те се появяват като послания от бъдещето. Може би, ако бяхме в състояние да овладеем някак тези вълни, щяхме да можем да изпратим послания назад в миналото и благодарение на това да предупредим предишните поколения за предстоящите събития. Бихме могли например да изпратим съобщение до нашите деди, живеещи през 1929 г., за да ги предупредим да продадат всичките си акции преди Големия крах на Нюйоркската фондова борса. Такива напреднали вълни нямаше да ни позволяват да посещаваме лично миналото, както е при пътуването във времето, но щяха да ни дадат възможност да изпращаме писма и съобщения в миналото, за да предупреждаваме хората за важни събития, които още не са се случили.

Напредналите вълни бяха мистерия, докато не бяха проучени от Ричард Файнман, силно заинтригуван от идеята за връщане в миналото. След като работи върху „Проекта Манхатън“, който довел

до конструирането на първата атомна бомба, Файнман напуска Лос Аламос и отива в Принстънския университет, за да работи под ръководството на Джон Уилър. След като анализира оригиналните работи на Дирак върху електрона, Файнман открива нещо, което е много странно. Ако просто обърне посоката на времето в уравнението на Дирак, уравнението остава същото, в случай че обърне и електронния заряд. С други думи, един електрон, който се движи назад във времето, е същият като един антиелектрон, който се носи напред във времето! Един зрял физик би отхвърлил тази интерпретация, като я нарече просто трик, математическо жонглиране, което няма особен смисъл. Връщането във времето изглежда безсмислено, но уравненията на Дирак са ясни по този въпрос. С други думи, Файнман открива причината, поради която природата е дала решенията, свързани с връщането във времето, и те описват движението на антиматерията. Ако беше по-рутиниран, то Файнман може би щеше да хвърли това решение през прозореца. Но тъй като е завършил университета с нисък успех, той решава, че нищо не му коства да продължи да се занимава с куриоза.

Докато продължава да ровичка в тази главоблъсканица, младият Файнман забелязва нещо, което е още по-странно. Обикновено когато един електрон и един антиелектрон се сблъскат, те се анихилират взаимно и създават гама-лъч. Той рисува това на лист хартия: два обекта, които се сблъскват помежду си и предизвикват избухване на енергия.

Но в такъв случай, ако обърнете заряда на антиелектрона, той става обикновен електрон, който пътува назад във времето. После бихте могли да нарисувате същата диаграма, като стрелата на времето е обърната в обратна посока. Сега изглежда така, сякаш електронът отива напред във времето, като после изведнъж решава да обърне посоката. Електронът прави U-образно завъртане във времето и сега пътува назад във времето, предизвиквайки избухване на енергия по време на този процес. С други думи, това е *същият* електрон. Процесът на аниhilация между електрон и антиелектрон се провежда с участието на един и същ електрон, който е решил да се върне назад във времето!

Така Файнман открива тайната на антиматерията: *тя е само обикновена материя, която се движи назад във времето.*

Обикновеното наблюдение обяснява незабавно загадката защо всички частици имат античастичкови партньори — това се дължи на обстоятелството, че всички частици могат да се движат назад във времето и вследствие на това да се маскират като антиматерия. (Тази интерпретация е еквивалентна на „морето на Дирак“, споменато по-горе, но е по-проста и е общоприета в момента.)

Да си представим, че разполагаме с парче антиматерия и че то се сблъска с обикновена материя, предизвиквайки огромна експлозия. Налице са трилиони електрони и трилиони антиелектрони, които се анихилират взаимно. Но ако сте обърнал посоката на стрелата за антиелектрона, превръщайки го в електрон, който се движи назад във времето, това ще означава, че същият електрон се е движил зигзаговидно назад и напред във времето трилиони пъти.

Има и още един куриозен резултат: трябва да е налице само един електрон в парчето антиматерия. Същият електрон се движи с голяма скорост назад-напред, носейки се зигзаговидно във времето. Всеки път, когато той прави U-образно завъртане във времето, се превръща в антиматерия. Но ако направи още едно U-образно завъртане във времето, се превръща в още един електрон.

(След това заедно със своя научен ръководител Джон Уилър Файнман изказва предположението, че може би цялата вселена се състои само от един електрон, който се движи зигзаговидно назад-напред във времето. Представете си, че от хаоса на първоначалния Голям взрив е бил създаден един-единствен електрон. Трилиони години по-късно този един-единствен електрон накрая би бил изправен пред катаклизма на Последния ден, където би направил едно U-образно завъртане и би се върнал назад във времето, излъчвайки гама-лъч по време на процеса. След това би се завърнал в първоначалния Голям взрив и после би извършил още едно U-образно завъртане. След това електронът ще извършва неколнократни пътувания назад-напред, от Големия взрив до Последния ден. Нашата вселена през XXI в. е само един отрязък от времето на пътуването на този електрон, в който наблюдаваме трилиони електрони и антиелектрони, т.е. видимата вселена. Колкото и странна да изглежда тази теория, тя би обяснила един куриозен факт от квантовата физика: защо всички електрони са едни и същи. Във физиката не можете да лепнете етикет на електроните. Няма зелени електрони или електрони на Джони.

Електроните нямат индивидуалност. Не можете да „маркирате“ един електрон, както учените понякога маркират животни в дивата природа, за да ги изследват. Може би причината за това е, че цялата вселена се състои от един и същ електрон, който само отскача назад-напред във времето.)

Но ако антиматерията е обикновена материя, която се движи назад във времето, дали е възможно да изпратим съобщение в миналото? Дали е възможно да изпратим днешния брой на „Уол Стрийт Джърнъл“ на самите нас в миналото, така че да можем да спечелим неочаквано много пари на фондовата борса?

Отговорът е отрицателен.

Ако се отнасяме към антиматерията само като към още една екзотична форма на материята и после извършим експеримент с антиматерия, не настъпват нарушения на каузалността. Причината и следствието остават същите. Ако обърнем стрелата на времето за антиелектрона, изпращайки го назад във времето, ние извършваме само една математическа операция. Физиката остава същата. Нищо не се е променило във физично отношение. Всички експериментални резултати остават същите. Затова е абсолютно логично да гледаме на електрона като на частица, която се движи назад и напред във времето. Но всеки път когато електронът се движи назад във времето, той просто реализира миналото. Затова изглежда така, сякаш напредналите решения от бъдещето наистина непременно трябва да се подчиняват на последователна квантова теория, но в крайна сметка не нарушават каузалността. (На практика, без тези странни напреднали вълни, каузалността в квантовата теория би била нарушена. Файнман показва, че ако прибавим приноса на напредналите или забавените вълни, ще установим, че условията, които биха могли да нарушат каузалността, биват балансирани точно. Така антиматерията е крайно необходима за запазването на каузалността. Без антиматерията каузалността може да рухне.)

Файнман продължава да се занимава с тази налудничавата идея, докато накрая я развива в завършена квантова теория на електрона. Неговото творение квантовата електродинамика (КЕД), е верифицирана експериментално с точност от едно на 10 милиарда, което я прави една от най-прецизните теории на всички времена. Тя му

спечелва, заедно с колегите му Юлиан Швингер и Шин-Итиро Томонага, Нобеловата награда през 1965 година.

(По време на речта при получаването на наградата, произнесена от Файнман, той казва, че като млад импулсивно се влюбил в тези напреднали вълни от бъдещето така, както младеж се влюбва в красиво момиче. Днес това красиво момиче се е развило напълно и е станало зряла жена, която е майка на много деца. Едно от тези деца е неговата теория на квантовата електродинамика.)

ТАХИОНИ ОТ БЪДЕЩЕТО

Освен напредналите вълни от бъдещето (които са доказали неколкократно своята полезност за квантовата теория) има още една странна концепция от квантовата теория, която изглежда също толкова налудничава, но може би не е така полезна. Това е идеята за „таххионите“, която се появява редовно в „Стар Трек“. Всеки път когато на създателите на „Стар Трек“ им е необходим някакъв вид нова енергия за извършването на някаква магическа операция, те викат на помощ тахионите.

Тахионите живеят в странен свят, в който всяко нещо се движи по-бързо от светлината. Когато тахионите губят енергия, те се движат по-бързо, което противоречи на здравия разум. На практика, ако загубят цялата си енергия, те ще се движат с неограничена скорост. Когато тахионите получават енергия обаче, забавят ход, докато достигнат скоростта на светлината.

Това, което прави тахионите толкова странни, е, че идват с имагинерна маса. (Под „имагинерна“ разбираме, че тяхната маса е била умножена по квадратен корен от минус едно или „I“.) Ако просто вземем прочутите уравнения на Айнщайн и заменим „m“ с „Im“, става нещо изумително. Най-неочаквано частиците започват да се движат по-бързо от светлината.

Този резултат поражда странни ситуации. Ако един тахион преминава през материя, той губи енергия, защото се сблъсква с атомите. Но докато губи енергия, той повишава скоростта си, което увеличава допълнително неговите сблъсъци с атомите. Тези сблъсъци трябва да го принудят да загуби още енергия и вследствие на това да увеличи още повече скоростта си. Когато това създаде един порочен

цикъл, тахионът по естествен път придобива неограничена скорост изцяло благодарение на себе си!

(Тахионите се различават от антиматерията и от отрицателната материя. Антиматерията притежава положителна енергия, движи се със скорост, която е по-ниска от тази на светлината и може да бъде създадена в ускорителите на частици. Според теорията тя пада надолу под въздействие на гравитацията. Антиматерията съответства на обикновената материя, която се движи назад във времето. Отрицателната материя притежава отрицателна енергия и също се движи със скорост, която е по-ниска от тази на светлината, но се издига нагоре под влияние на гравитацията. В лабораторни условия никога не е била откривана отрицателна материя. Употребена в големи количества, на теория тя може да бъде използвана за захранване с енергия на машини на времето. Тахионите се движат по-бързо от светлината и притежават имагинерна маса. Не е ясно дали те се издигат нагоре или падат надолу под въздействието на гравитацията. Те също никога не са били откривани в лабораторни условия.)

Колкото и да са странни тахионите, те са били изучавани сериозно от физици, сред които покойният Джералд Файнбърг от Колумбийския университет и Джордж Съдаршан от Тексаския университет в Остин. Проблемът се състои в това, че никой не е наблюдавал никога тахион в лабораторни условия. Ключовите експериментални доказателства за съществуването на тахионите биха представлявали нарушение на каузалността. Файнбърг дори предлага физиците да изследват лазерен лъч, преди той да бъде пуснат. Ако тахионите съществуват, може би в такъв случай светлината от лазерния лъч може да бъде открита още преди апаратът да бъде включен.

В научнофантастичните разкази тахионите биват използвани редовно за изпращането на съобщения в миналото до ясновидци. Но ако човек проучи физиката на това явление, не е ясно дали то е възможно. Файнбърг например смята, че излъчването на тахион, отиващ напред във времето, е идентично на поглъщането на един отрицателно-енергиен тахион, който се движи назад във времето (подобно на ситуацията, свързана с антиматерията) и вследствие на това няма нарушение на каузалността.

Ако оставим настрана научната фантастика, днес модерната интерпретация на тахионите е, че те може би са съществували в мига на Големия взрив, нарушавайки каузалността, но вече не съществуват. На практика те може да са играли изключително важна роля в предизвикването на „взривяването“ на Вселената. В този смисъл тахионите са от огромно значение за някои теории за Големия взрив.

Тахионите притежават едно специфично свойство. Когато ги вмъкнете в някоя теория, те дестабилизируют „вакуума“, т.е. най-ниското енергийно състояние на една система. Ако една система притежава тахиони, тя се намира във „фалшив вакуум“, затова системата е нестабилна и ще изпадне в състояние на истински вакуум.

Представете си бент, който задържа водата в едно езеро. Това представлява „фалшивият вакуум“. Въпреки че бентът изглежда съвсем стабилен, има енергийно състояние, което е по-ниско от него. Ако в бента се появи пукнатина и водата започне да избликва от тази цепнатина в него, системата достига истинския вакуум, докато водата тече към земята, намираща се на морското равнище.

По същия начин учените смятат, че Вселената преди Големия взрив първоначално е започнала съществуването си от състояние на фалшив вакуум, в който е имало тахиони. Но присъствието на тахионите означава, че това не е най-ниското енергийно състояние и системата е нестабилна. В континуума пространство-време се появява съвсем малка „цепнатина“, която представлявала истинския вакуум. Докато цепката се уголемявала, се появява едно мехурче. Извън мехурчето тахионите съществували все още, но вътре в мехурчето изчезват всички тахиони. Докато мехурчето се разширява, ние откриваме Вселената такава, каквато я знаем, без тахиони. Това е Големият взрив.

Една теория, която космолозите приемат много сериозно, гласи, че един тахион, наречен „инфлацион“, е стартирал първоначалния процес на разширяване. Както споменахме по-горе, според теорията за инфлационната вселена, Вселената е започнала съществуването си като съвсем малко мехурче от континуума пространство-време, което е претърпяло турбозареден инфлационен период. Физиците са убедени, че Вселената е започнала съществуването си в състояние на фалшив вакуум, в който инфлационното поле е представлявало един тахион. Но присъствието на един тахион е дестабилизирало вакуума и са се

образували съвсем малки мехурчета. Във вътрешността на едно от тези мехурчета инфлационното поле приело състоянието на истински вакуум. После това мехурче започнало да се разширява бързо, докато се превърнало в нашата вселена. Във вътрешността на нашето мехурче-вселена е изчезнало раздуването, затова тахионът вече не може да бъде открит във Вселената. Така че тахионите представляват едно странно квантово състояние, в което обектите се движат по-бързо от светлината и може би дори нарушават принципа на каузалността. Но те са изчезнали преди много време и по всяка вероятност са породили самата вселена.

Всичко това може да звучи като безполезна хипотеза, която не е доказуема експериментално. Но теорията за фалшивия вакуум бе подложена на своя първи експериментален тест, който започна през 2008 г., когато Големият адронен колайдер (LHC) бе пуснат в действие близо до Женева, Швейцария. Една от основните цели на LHC е откриването на „Хигс бозона“, последната частица в стандартния модел, която тепърва трябва да бъде открита. Тя е липсващото парченце от този пъзел. (Хигс частицата е толкова важна, но неуловима, че Нобеловият лауреат Леон Ледърман я нарече „Частичката Бог“.)

Физиците смятат, че Хигс бозонът първоначално е започнал съществуването си като тахион. Във фалшивия вакуум нито една от субатомните частици не притежава маса. Но нейното присъствие дестабилизира вакуума и Вселената прави преход към един нов вакуум, в който Хигс бозонът се превръща в обикновена частица. След прехода от тахион в обикновена частица субатомните частици вече притежават маса, която измерваме днес в лабораторни условия. Така откриването на Хигс бозона не само ще завърши последната липсваща част от стандартния модел, но и ще потвърди истинността на твърдението, че някога е съществувало тахионно състояние, но то е било преобразувано в обикновена частица.

Ако направим резюме на тази глава, трябва да кажем, че прекогницията се изключва от Нютоновата физика. Желязното правило на причината и следствието никога не се нарушава. В квантовата теория са възможни нови състояния на материята като антиматерията, която съответства на материята, която се движи назад във времето, но каузалността не се нарушава. На практика в една квантова теория

антиматерията е крайно необходима за възстановяването на каузалността. На пръв поглед тахионите като че ли нарушават каузалността, но физиците смятат, че тяхната истинска задача е била да възпламенят Големия взрив и вследствие на това те вече не могат да бъдат наблюдавани никъде.

Следователно прекогницията трябва да бъде изключена, поне в предвидимото бъдеще, което я причислява към Клас III на невъзможните неща. Ще бъде предизвикано силно разклащане на самите основи на модерната физика, ако съществуването на прекогницията някога бъде доказано във възпроизводими експерименти.

[1] Шекспир. Избрани трагедии. Макбет. Превод: Валери Петров. Народна култура, София, 1983 г., с. 707. — Б.пр. ↑

ЕПИЛОГ

БЪДЕЩЕТО НА НЕВЪЗМОЖНОТО

Няма нищо, което да е толкова, па макар и толкова налудничаво, че едно от милион технологични общества да не се почувства принудено да го направи, стига да е възможно във физично отношение.

Фрийман Дайсън

Съдбата не е въпрос на случайност — тя е въпрос на избор. Тя не е нещо, което трябва да бъде чакано — тя е нещо, което трябва да бъде постигнато.

Уилям Дженингс
Брайън

Дали тези истини винаги ще бъдат отвъд нашия досег? Дали има царства на познанието, които ще бъдат извън възможностите дори на една високоразвита цивилизация? От всички технологии, които анализирах досега, само машините с вечен двигател и прекогницията попадат в категорията на Клас III на невъзможните неща. Дали има други технологии, които също са невъзможни?

Чистата математика е богата на теореми, които показват, че някои неща са наистина невъзможни. Прост пример за това е невъзможността да бъде разделен на три части един ъгъл с

използването на компас и линеал. Това е било доказано още през 1837 година.

Дори в прости системи като аритметиката има невъзможни неща. Както споменах по-горе, невъзможно е да бъдат доказани всички верни твърдения, които се намират в рамките на нейните постулати. Аритметиката е незавършена. Винаги ще има верни твърдения, които могат да бъдат доказани само ако човек прибегне до една много по-голяма система, която включва аритметиката като подмножество.

Въпреки че някои неща в математиката са невъзможни, винаги е опасно да се обявява, че нещо във физиката, химията и астрономията е абсолютно невъзможно. Нека да ви припомним една реч, произнесена от Нобеловия лауреат Албърт Е. Майкълсън през 1894 г. по време на тържественото откриване на Лабораторията по физика „Райърсън“ към Чикагския университет, когато той обявява, че е невъзможно да бъде открита някаква нова физика: „Всички по-важни фундаментални закони и факти на физичната наука са били открити и сега те са толкова здраво установени, че възможността за тяхното изместване вследствие на извършването на нови открития е изключително отдалечена... Нашите бъдещи открития трябва да бъдат търсени на шестата точка на десетичните дробни.“

Майкълсън направил своя коментар в навечерието на едни от най-големите и резки промени в научната история — квантовата революция през 1900 г. и революцията на относителността през 1905 година. Същността на проблема се крие в това, че нещата, които са невъзможни днес, нарушават известните закони на физиката, но законите на физиката такива, каквито ги знаем днес, могат да се променят.

През 1825 г. големият френски философ Огюст Конт, който пишел статии в „Курс по философия“, обявил, че на науката ѝ е невъзможно да определи от какво се състоят звездите. На времето това изглеждало като безопасен облог, тъй като не било известно нищо за естеството на звездите. Те се намирали толкова далече, че било невъзможно да бъдат посетени. Но само няколко години, след като той изказал това твърдение, физиците (използвайки спектроскопия) обявили, че Слънцето се състои от водород. Всъщност днес знаем, че посредством анализа на спектралните линии от звезди, излъчени преди

милиарди години, е възможно да бъде определено химичното естество на по-голямата част от Вселената.

Конт отправил предизвикателство към света на науката, като направил списък с други „невъзможни неща“:

— Той твърдял, че „структурата на телата на фундаментално равнище винаги ще се намира извън обсега на нашето познание“. С други думи, невъзможно е да узнаем истинското естество на материята.

— Смятал, че математиката никога не може да бъде използвана за обясняването на биологията и химията. Твърдял, че е невъзможно тези науки да бъдат сведени до математиката.

— Бил на мнение и че е невъзможно изследването на небесните тела да окаже някакво въздействие върху човешките дела.

През XIX в. било логично да бъдат предложени тези „невъзможни неща“, тъй като било известно твърде малко за фундаменталната наука. Почти нищо не било известно за тайните на материята и живота. Но днес разполагаме с атомната теория, която разкрива пред нас цяло ново царство на научното изследване на структурата на материята. Знаем за ДНК и за квантовата теория, които разкриват тайните на живота и химията. Знаем и за сътолковенията с метеорити, идващи от Космоса, които не само са повлияли върху насоката на развитие на живота на Земята, но и са спомогнали за посоката на самото му съществуване.

Астрономът Джон Бароу отбелязва: „Историците още спорят върху предположението, че възгледите на Конт са отговорни в известна степен за последвалия упадък на френската наука.“^[1]

Математикът Давид Хилберт, отхвърляйки твърденията на Конт, писал: „Според мен истинската причина, поради която Конт не е можел да открие нерешен проблем, се крие във факта, че няма такова нещо като нерешим проблем.“^[2]

Но днес някои учени са съставили нова група от невъзможни неща: никога няма да знаем какво е станало преди Големия взрив (или защо той е „избухнал“ на първо място) и никога няма да стигнем до една теория на всичко.

Физикът Джон Уилър прави коментар върху първия „невъзможен“ въпрос, когато пише: „Преди двеста години сте можели да попитате всекиго: «Ще успеем ли един ден да разберем как е

възникнал животът?» и той е щял да ви отговори: «Абсурдно! Невъзможно!» Изпитвам същото чувство при въпроса: «Ще разберем ли някога как е възникнала Вселената?»^[3]

Астрономът Джон Бароу добавя: „Скоростта, с която се движи светлината, е ограничена и следователно това важи и за нашето познание за структурата на Вселената. Не можем да знаем дали тя е ограничена или неограничена, дали е имала начало, или дали ще има край, дали структурата на физиката е една и съща навсякъде и дали Вселената в крайна сметка е подредено или неподредено място... Всичките значителни въпроси за естеството на Вселената — от нейното начало до нейния край — се оказват въпроси, които не могат да получат отговор.“^[4]

Бароу е прав, когато казва, че никога няма да знаем с абсолютна сигурност какво е истинското естество на Вселената в цялото ѝ величие. Но е възможно постепенно да навлезем все по-дълбоко в тези вечни въпроси и да се приближим мъчително близо до отговорите. Вместо да представляват абсолютните граници на нашето познание, тези „невъзможни неща“ може би ще е по-подходящо да бъдат смятани за предизвикателства, които очакват следващото поколение учени. Тези граници са като кори от маслено тесто, които са направени, за да бъдат счупани.

ОТКРИВАНЕТО НА ЕРАТА ПРЕДИ ГОЛЕМИЯ ВЗРИВ

Когато говорим за Големия взрив, трябва да кажем, че вече е налице ново поколение детектори, които могат да дадат отговор на някои от вечните въпроси. Днес радиационните детектори в открития космос могат само да измерват микровълновата радиация, излъчена 300 000 години след Големия взрив, когато са се образували първите атоми. Невъзможно е тази микровълнова радиация да бъде използвана за изследването на материали от по-ранно време, тъй като радиацията от първоначалната ядрена експлозия има прекалено висока температура и прекалено случаен характер, за да предостави полезна информация.

Но ако анализираме други типове радиация, ще бъдем в състояние да се приближим още повече до Големия взрив. Проследяването на неутрината например може да ни отведе по-близо

до мига на Големия взрив (неутрината са толкова неуловими, че могат да преминат през цяла слънчева система, състояща се от твърдо олово). Неутринната радиация може да ни заведе до времеви период от няколко секунди след Големия взрив.

Но може би последната тайна на Големия взрив ще бъде разкрита от изучаването на „гравитационните вълни“ вълни, които се движат по тъканта на континуума пространство-време. Както казва физикът Роки Колб от Чикагския университет: „Чрез измерването на свойствата на неутриновия фон можем да видим какво е било положението секунда след Взрива. Но гравитационните вълни от района на разширяването са останки от Вселената, датиращи 10^{-35} секунди след Взрива.“^[5]

Гравитационните вълни били предсказани за първи път от Айнщайн през 1916 година. Те могат накрая да се превърнат в най-важната сонда за астрономията. В исторически план може да се каже, че всеки път когато е била овладявана нова форма на радиация, в астрономията е настъпвала нова ера. Първата форма на радиация била видимата светлина, използвана от Галилео за изследването на Слънчевата система. Втората форма на радиация били радиовълните, които накрая са ни дали възможност да изследваме центровете на галактиките, за да откриваме черни дупки. Детекторите на гравитационни вълни могат да разкрият самите тайни на Сътворението.

В известен смисъл гравитационните вълни трябва да съществуват. За да разберете това, помислете върху вековния въпрос: Какво ще се случи, ако Слънцето изчезне изведнъж? Според Нютон ще усетим незабавно последствията от това. Земята мигновено ще бъде изхвърлена от орбитата си и ще потъне в мрак. Това ще стане, защото Нютоновият закон за гравитацията не отчита скоростта и вследствие на това силите действат мигновено из цялата вселена. Но според Айнщайн нищо не може да се движи по-бързо от светлината, затова на информацията за изчезването на Слънцето ще й потрябват осем минути, за да стигне до Земята. С други думи, от Слънцето ще се появи сферична „шокова гравитационна вълна“, която накрая ще се сблъска със Земята. Извън сферата от гравитационни вълни ще изглежда така, сякаш Слънцето все още свети както обикновено, защото информацията за неговото изчезване няма да е стигнала до Земята. Във вътрешността на тази сфера от гравитационни вълни

обаче Слънцето вече ще е изчезнало, докато разширяващата се сфера от гравитационни вълни ще се движи със скоростта на светлината.

Друг начин да разберем защо трябва да съществуват гравитационни вълни е да си представим мислено голям чаршаф. Според Айнщайн континуума пространство-време е тъкан, която може да бъде свивана или опъвана като сложен накриво чаршаф. Ако сграбчим един чаршаф и го разтърсим бързо, ще видим, че по неговата повърхност се къдрят вълни, които се движат с определена скорост. По същия начин гравитационните вълни могат да бъдат разглеждани като вълни, които се движат по континуума пространство-време.

Гравитационните вълни спадат към най-бързо движещите се обекти, които са предмет на обсъждане във физиката днес. През 2003 г. започнаха да действат първите детектори на гравитационни вълни от голям мащаб — те бяха наречени LIGO (Лазерна интерферометърна гравитационно-вълнова обсерватория) и достигаха дължина от 2,5 мили (около 4,5 км), като едната от тях беше базирана в Ханфорд, Вашингтон, а другата в Ливингстън Периш, Луизиана. Учените се надяват, че LIGO, която струва 365 милиона долара, ще бъде в състояние да открива радиация от сблъскващи се неутронни звезди и черни дупки.

Следващият голям скок ще бъде направен през 2015 г., когато ще бъде изстреляно съвсем ново поколение спътници, които ще анализират гравитационната радиация в открития космос, датираща от мига на Сътворението. Трите спътника, които съставят LISA (Лазерна интерферометърна космическа антена), съвместен проект на NASA и Европейската космическа агенция, ще бъдат изпратени в орбита около Слънцето. Тези спътници ще бъдат в състояние да откриват гравитационни вълни, които са били излъчени по-малко от една трилионна част от една секунда след Големия взрив. Ако гравитационна вълна от Големия взрив, която все още се движи из Вселената, се сблъска с един от тези спътници, тя ще обезпокои лазерните лъчи и това смущение после може да бъде измерено по прецизен начин, което ще ни даде „бебешки снимки“ на мига на самото сътворение.

LISA се състои от три спътника, които се въртят около Слънцето във формата на триъгълник, като всички те са свързани помежду си с лазерни лъчи с дължина от 3 милиона мили (около 5,4 милиона км),

което прави от LISA най-големия инструмент на науката, създаван някога. Тази система от три спътника ще се движи в орбита около Слънцето на около 30 милиона мили (около 54 милиона км) от Земята.

Спътниците ще излъчват лазерни лъчи с мощност само половин ват. Чрез сравняването на лазерните лъчи, които идват от другите два спътника, всеки спътник ще бъде в състояние да изгражда интерферентен светлинен модел. Ако гравитационна вълна обезпокои лазерните лъчи, тя ще промени интерферентния модел и спътникът ще бъде в състояние да открие това смущение. (Гравитационната вълна не кара спътниците да вибрират. В действителност тя създава изкривяване в пространството между трите спътника.)

Въпреки че лазерните лъчи са много слаби, тяхната точност е смайваща. Те ще бъдат в състояние да откриват вибрации в рамките на едно на милиард трилиона, което съответства на изместване с големина от една стотна от размера на един атом. Всеки лазерен лъч ще бъде в състояние да открива гравитационна вълна от разстояние, възлизащо на 9 милиарда светлинни години, което обхваща по-голямата част от видимата вселена.

LISA притежава нужната чувствителност, за да може да прави разлика между няколко сценария на „положението преди Големия взрив“. Една от най-горещо обсъжданите теми в теоретичната физика днес е изчисляването на характеристиките на Вселената преди Големия взрив. Понастоящем разширяването може да опише доста добре начина, по който Вселената се е развила след настъпването на Големия взрив. Но то не може да обясни защо изобщо е имало Голям взрив. Целта е да бъдат използвани тези хипотетични модели на ерата преди Големия взрив, за да бъде изчислена гравитационната радиация, излъчена от Големия взрив. Всяка от тези различни теории за положението преди Големия взрив съдържа различни хипотези. Радиацията, излъчена от Големия взрив, която е предсказана от теорията за голямото пръскане, се различава от радиацията, предречена от някои от инфлационните теории, затова LISA ще бъде в състояние да изключи от играта някои от тези теории. Очевидно моделите на положението преди Големия взрив не могат да бъдат проверени директно, тъй като включват разбирането за Вселената преди създаването на самото време, но ние можем да ги проверим

индиректно, тъй като всяка от тези теории предсказва различен радиационен спектър, който се е появил по-късно сред Големия взрив.

Физикът Кип Торн пише: „По някое време между 2008 и 2030 г. ще бъдат открити гравитационни вълни от сингулярността на Големия взрив. Ще последва ера, която ще продължи поне до 2050 година. Тези усилия ще разкрият интимни подробности от сингулярността на Големия взрив и по този начин ще потвърдят истинността на твърдението, че някоя версия на струнната теория е върната квантова теория за гравитацията.“^[6]

Ако LISA не бъде в състояние да прави разлика между различните теории за положението преди Големия взрив, то нейният приемник наблюдателят на Големия взрив (ВВО) би могъл да стори това. По предварителен план той трябва да бъде изстрелян през 2025 година. ВВО ще бъде в състояние да сканира цялата вселена, за да издири всички бинарни системи, които включват неутронни звезди и черни дупки с маса, хиляда пъти по-малка от масата на Слънцето. Но главната му цел ще бъде да анализира гравитационните вълни, излъчени през инфлационната фаза на Големия взрив. В този смисъл ВВО има специалното предназначение да проучи хипотезите в инфлационната теория за Големия взрив.

ВВО прилича донякъде по конструкция на LISA. Той ще се състои от три спътника, които ще се движат заедно в орбита около Слънцето, като ще ги дели разстояние от 50 000 км (тези спътници ще се намират много по-близо помежду си от спътниците на LISA). Всеки спътник ще бъде в състояние да изстрелва 300-ватов лазерен лъч. ВВО ще може да изследва гравитационно-вълнови честоти между LIGO и LISA, запълвайки една важна празнина. (LISA може да открива гравитационни вълни от 10 до 3 000 херца, докато LIGO може да открива гравитационни вълни с честота, варираща между 10 микрохерца и 10 милихерца. ВВО ще бъде в състояние да открива честоти, които включват и двата обхвата.)

„До 2040 г. ще сме използвали тези закони (на квантовата гравитация), за да дадем отговори с висока надеждност на много задълбочени и озадачаващи въпроси — пише Торн, — включително... какво се е появило преди сингулярността на Големия взрив или дали е имало изобщо такова нещо като «преди». Има ли други вселени? И ако е така, какво отношение имат или каква връзка имат те с нашата

вселена?... Дали законите на физиката позволяват на високоразвитите цивилизации да създават и поддържат дупки-червеи за междузвездно пътуване и да създават машини на времето за пътуване назад във времето?“^[7]

Същността на проблема е в това, че през следващите няколко десетилетия трябва да постъпят достатъчно данни от детекторите на гравитационни вълни в Космоса, за да направим разлика между различните теории за ерата преди Големия взрив.

КРАЯТ НА ВСЕЛЕНАТА

Поетът Т. С. Елиът задал въпроса: „Дали Вселената ще умре с гръм, или с хленч?“ Робърт Фрост попитал: „Дали всички ние ще загинем в огън или лед?“ Последните данни сочат, че Вселената ще загине по време на Голямо замръзване, през което температурите ще достигнат почти абсолютната нула и всички форми на интелигентен живот ще бъдат унищожени. Но можем ли да бъдем сигурни в това?

Някои са повдигали още един „невъзможен“ въпрос. Как ще узнаем някога каква ще бъде окончателната съдба на Вселената, питат те, след като това събитие отстои на трилиони трилиони години в бъдещето? Учените смятат, че „тъмната енергия“ или енергията на вакуума като че ли раздалечава галактиките с постоянно нарастваща скорост, което показва, че Вселената като че ли се разбягва нанякъде. Подобно разширение би понижило температурата на Вселената и в крайна сметка би довело до Голямото замръзване. Но дали това разширение е временно? Може ли то да обърне посоката си в бъдеще?

Например в сценария за Голямото пръскане, в който две мембрани се сблъскват и създават Вселената, изглежда така, сякаш мембраните могат да се сблъскват периодично. Ако е така, разширението, което, изглежда, води към Голямо замръзване, е само временно състояние, което някога ще обърне посоката си.

Това, което привежда в ход настоящото ускорение на вселените, е тъмната енергия, която на свой ред вероятно е породена от „космологичната константа“. Следователно, за да решим загадката, трябва да проумеем тази мистериозна константа или енергията на вакуума. Дали константата се променя с времето, или тя е наистина постоянна величина? Понастоящем никой не знае това със сигурност. Знаем от спътника WMAP, който в момента се върти в орбита около

Земята, че тази космологична константа като че ли привежда в ход настоящото ускорение на Вселената, но не знаем дали то е постоянно, или не.

Този проблем е наистина стар, тъй като датира от 1916 г., когато Айнщайн въвежда за първи път космологичната константа. Скоро след като предлага общата относителност, той пресметва космологичните последици от своята теория. За своя най-голяма изненада открива, че Вселената е динамична, че тя или се разширява, или се свива. Но тази идея като че ли противоречи на данните.

Айнщайн е изправен пред проблема как да реши парадокса на Бентли, който бил обърнал дори Нютон. Още през 1692 г. преподобният Ричард Бентли написал на Нютон наивно писмо с унищожителен въпрос. Ако гравитацията на Нютон винаги привлича обектите, попитал Бентли, то тогава защо Вселената не изпада в колапс? Ако Вселената се състои от ограничен брой звезди, които се привличат взаимно, то в такъв случай звездите ще се сблъскат и Вселената ще колапсира в едно огромно огнено кълбо! Нютон бил дълбоко обезпокоен от това писмо, тъй като то разкривало един основен недостатък на неговата теория за гравитацията: *всяка теория за гравитация, при която има привличане, е нестабилна по рождение*. Всеки ограничен брой звезди неизбежно ще колапсира под въздействие на гравитацията.

Нютон написал в отговор, че единственият начин да бъде създадена стабилна вселена е да се разполага с неограничен и еднообразен брой звезди, като всяка звезда е притегляна в различни посоки, така че всички сили да се балансират. Това било умно решение, но Нютон бил достатъчно интелигентен, за да осъзнае, че подобна стабилност е измамна. Както в случая с една кула от карти, и най-слабата вибрация щяла да накара целия куп да се разпадне. Тя била „метастабилна“, т.е. била стабилна временно, докато и най-слабите смущения я принудят да рухне. Нютон стигнал до заключението, че е необходим Бог, който да побутва леко периодично звездите, за да не колапсира Вселената.

С други думи, Нютон гледал на Вселената като на гигантски часовник, който бил навит от Бога в зората на времето и се подчинявал на Нютоновите закони. Оттогава той тиктакал автоматично, без божествена намеса. Но според Нютон бил необходим Бог, който да

подръпва от време на време звездите, за да не колапсира Вселената в кълбовидна мълния.

Когато Айнщайн се натъква на парадокса на Бентли през 1916 г., неговите уравнения му посочват правилно, че Вселената е динамична — като или се разширява, или се свива — и че една статична вселена е нестабилна и е щяла да колапсира под влияние на гравитацията. Но по онова време астрономите настояват, че Вселената е статична и неизменна. Затова Айнщайн, отстъпвайки пред наблюденията на астрономите, добавя космологичната константа, една антигравитационна сила, която раздалечава звездите помежду им, за да балансира гравитационното притегляне, което щяло да накара Вселената да колапсира. (Тази антигравитационна сила съответства на енергията, която се съдържа във вакуума. В тази образна представа дори огромната празнота на Космоса съдържа големи количества невидима енергия.) Тази константа трябва да бъде избрана много прецизно, за да бъде балансирана притегателната сила на гравитацията.

По-късно, когато Едуин Хъбъл показва през 1929 г., че Вселената всъщност се разширява, Айнщайн казва, че космологичната константа е неговата „най-голяма грешка“. Но сега, седемдесет години по-късно, изглежда така, сякаш „грешката“ на Айнщайн — космологичната константа, може на практика да се окаже най-големият източник на енергия във Вселената, формиращ 73 процента от съдържанието на материята и енергията във Вселената. (Противоположно на това, повисшите елементи, които съставят нашите тела, представляват само 0,03 процента от Вселената.) „Грешката“ на Айнщайн вероятно ще определи окончателната съдба на Вселената.

Но откъде се е появила тази космологична константа? В момента никой не знае това. В началото на времето антигравитационната сила може би е била достатъчно голяма, за да накара Вселената да се разшири, предизвиквайки Големия взрив. След това тя изчезнала внезапно по причини, които са неизвестни. (Вселената все още се разширявала през този период, но с по-ниска скорост.) И после, около 8 милиарда години след Големия взрив, антигравитационната сила изскочила отново на сцената, карайки галактиките да се раздалечат и принуждавайки Вселената да се ускори още веднъж.

Така че „невъзможно“ ли е да определим окончателната съдба на Вселената? Може би не. Повечето физици вярват, че в крайна сметка квантовите ефекти определят големината на космологичната константа. Едно наивно изчисление, използващо примитивна версия на квантовата теория, показва, че космологичната константа е по-малка от число от порядъка на 10^{120} . Това е най-голямото несъответствие в историята на науката.

Но сред физиците има съгласие по въпроса, че тази аномалия означава само че ни е нужна теория за квантовата гравитация. Тъй като космологичната константа се появява чрез квантови корекции, трябва да разполагаме с една теория на всичко — теория, която ще ни позволи да изчислим не само стандартния модел, но и стойността на космологичната константа, която ще определи окончателната съдба на Вселената.

Затова е необходима една теория на всичко, която да определи окончателната съдба на Вселената. Иронията се крие във факта, че според някои физици е невъзможно да стигнем до една теория на всичко.

ЕЕДНА ТЕОРИЯ НА ВСИЧКО?

Както споменах по-горе, струнната теория е водещият кандидат за мястото на една „теория на всичко“, но има лагери, които си противостоят по въпроса дали струнната теория ще се покаже достойна за тази претенция. От едната страна има хора като професора от МТИ Макс Тегмарк, който пише: „Мисля, че през 2056 г. ще можем да си купим тениска, на която ще бъдат отпечатани уравненията, описващи обединените физични закони на нашата вселена.“^[8] От другата страна е групата на решителните критици, които твърдят, че платформата на струнната теория тепърва трябва да бъде представена. Независимо от това колко статии, от които ти секва дъхът, и телевизионни документални филми за струнната теория бъдат написани или създадени, някои казват, че тя трябва да представи тепърва поне един факт, който може да бъде проверен. Тя е по-скоро теория на нищото, отколкото теория на всичко, твърдят критиците. Спорът се ожесточи значително през 2002 г., когато Стивън Хокинг смени позициите си и отиде в другия лагер, като цитираше теоремата

за непълнотата, и като каза, че една теория на всичко може дори да бъде невъзможна в математическо отношение.

Не е учудващо, че спорът изправя едни физици срещу други, тъй като целта е толкова висока, макар и изплъзваща се. Стремехът към обединяване на всички закони на природата е измъчвал и примамвал еднакво и философите, и физиците хилядолетия наред. Самият Сократ е казал веднъж: „Струва ми се нещо превъзходно да знам обяснението на всичко — защо то възниква, защо загива, защо съществува.“

Първото сериозно предложение за една теория на всичко датира от около 500 г. пр.Хр., когато на гръцките питагорейци се приписва дешифрирането на математическите закони на музиката. Чрез анализа на възловите точки и вибрациите на струната на една лира те показали, че музиката се подчинява по забележителен начин на обикновената математика. След това те изказали предположението, че всичко в природата може да се обясни със съзвучията на струната на лирата. (В известен смисъл струнната теория напомня за мечтата на питагорейците.)

В по-нови времена всички гиганти на физиката от ХХ в. са си пробвали късмета с единната теория на полето. Но, както предупреждава Фрийман Дайсън: „Земята на физиката е осеяна с телата на единни теории.“

През 1928 г. „Ню Йорк Таймс“ излязъл със сензационното заглавие: „Айнщайн е пред прага на голямо откритие. Негодува срещу натрапването.“ Вестникарската статия спомогнала за разпалването на мания, снабдяваща с новини медиите, по една теория на всичко — мания, която достигнала степента на постоянна силна трескава възбуда. Заглавията тръбели: „Айнщайн е смаян от възбудата, породена от теорията. Държи на разстояние от себе си 100 журналисти в продължение на седмица.“ Десетки журналисти се тълпели около дома му в Берлин, поддържайки денонощно наблюдение над него в очакването да зърнат гения и да получат материал за заглавие. Айнщайн бил принуден да се крие.

Астрономът Артър Едингтън писал на Айнщайн: „Може би ще се засмеете, когато чуете, че един от нашите универсални магазини в Лондон («Селфриджис») е залепил на своя прозорец вашата статия (като шестте страници са залепени една до друга), така че минувачите да могат да я прочетат от край до край. Големи тълпи се събират около

нея, за да я прочетат.“ (През 1923 г. Едингтън предложил своя единна теория на полето, върху която работил неуморно до края на живота си, докато не починал през 1944 година.)

През 1946 г. Ервин Шрьодингер — един от основателите на квантовата механика, организира пресконференция, за да предложи своя единна теория на полето. Дори министър-председателят на Ирландия Иймън де Валера присъствал на нея. Когато един репортер попитал учения какво ще направи, ако теорията му е погрешна, Шрьодингер отвърнал: „Вярвам, че съм прав. Ще изглеждам като пълен глупак, ако бъркам.“ (Шрьодингер се почувствал крайно унижен, когато Айнщайн посочил учтиво грешките в неговата теория.)

Най-жестокият от всички критици на единната теория бил физикът Волфганг Паули, който смъмрил Айнщайн с думите: „Това, което е разкъсал Бог, нека да не го свърже в едно цяло нито един човек.“ Той срязвал безмилостно всяка недообмислена теория със саркастичната забележка: „Тя не е дори погрешна.“ Затова има известна ирония във факта, че дори крайният циник Паули е бил обзет от същата мания. През 50-те години на ХХ в. той предложил своя единна теория на полето заедно с Вернер Хайзенберг.

През 1958 г. Паули представил единната теория на Хайзенберг и Паули в Колумбийския университет. Сред публиката бил и Нилс Бор, който не останал впечатлен от това, което чул. Станал и казал: „Ние тук отзад сме убедени, че вашата теория е безумна. Но това, за което не можем да се разберем, е дали вашата теория е достатъчно безумна.“ Критиката била унищожителна. Тъй като всички незащитени от критиката теории са били разгледани и отхвърлени, истинската единна теория на полето трябва да представлява поразително отклонение от миналото. Теорията на Хайзенберг и Паули просто била прекалено конвенционална, прекалено обикновена, прекалено логична, за да бъде вярната теория. (През същата година Паули бил обезпокоен, когато Хайзенберг отбелязал в едно радиопредаване, че на тяхната теория ѝ липсват само няколко технически подробности. Паули пратил на приятелите си писмо с празен правоъгълник, към който имало пояснителен надпис: „Искам да покажа на света, че мога да рисувам като Тициан. Липсват само техническите подробности.“)

КРИТИКИ СРЕЩУ СТРУННАТА ТЕОРИЯ

Днес водещият (и единствен) кандидат за мястото на теория на всичко е струнната теория.^[9] Но пак се появява неочаквано бурна враждебна реакция. Опонентите твърдят, че за да получиш постоянно назначение като преподавател в някой от най-добрите университети, трябва да работиш върху струнната теория. Ако не направиш това, ще останеш без работа. Тя е модна за момента и това не се отразява добре на физиката.

Усмиввам се, когато слушам тази критика, защото физиката, подобно на всички човешки начинания, става жертва на мании и моди. Съдбата на големите теории, и по-специално на тези, които се намират на ръба на човешкото познание, може да се променя към по-добро или по-лошо подобно на скъсяването или отпускането на подгъв на дреха. Всъщност преди години положението бе точно обратното — струнната теория бе прокудена от доброто общество. Тя е теория отстъпник, жертва на ефекта на платформата.

Струнната теория е създадена през 1968 г., когато двама млади докторанти — Габриел Венециано и Махико Сузуки, се натъкват на една формула, която като че ли описва сблъсъците на субатомните частици. Бързо установяват, че тази изумителна формула може да бъде извлечена от сблъсъка на вибриращи струни. Но до 1974 г. теорията не се радва на топъл прием. Една нова теория, квантовата хромодинамика (КХД), или теорията за кварките и силното взаимодействие, става непреодолимата сила, обезсърчаваща всички други теории. Хората изоставят струнната теория на тълпи, за да работят върху КХД. Цялото финансиране, всички работни места и признанието отиват при физиците, които работят върху кварковия модел.

Добре си спомням тези тежки години. Само безразсъдно смелите или инатите продължаваха да работят върху струнната теория. А когато стана известно, че тези струни могат да вибрират само в десет измерения, теорията стана прицел на шеги. Първооткривателят в областта на струнната теория Джон Шварц в Кал Тек понякога се засичал случайно с Ричард Файнман в асансьора. Тъй като винаги бил готов да пусне някоя шега, Файнман питал: „Е, Джон, в колко измерения си днес?“ Ние обичахме да се шегуваме, че единственото място, където може да бъде открит теоретик на струните, е опашката за безработни. (Нобеловият лауреат Мъри Гел-Ман, който бе създател на кварковия модел, веднъж ми довери, че изпитва съжаление към

теоретиците на струните и е създал „природен резерват за заплашени теоретици на струните“ в Кал Тек, за да не загубят работата си хора като Джон.)

Като отчита факта, че днес толкова много млади физици напират да работят върху струнната теория, Стив Уайнбърг пише: „Струнната теория е нашият единствен днешен източник на кандидати за окончателна теория — как би могъл някой да очаква, че много от най-блестящите млади теоретици *няма* да работят върху нея?“

ДАЛИ СТРУННАТА ТЕОРИЯ НЕ МОЖЕ ДА БЪДЕ ПРОВЕРЕНА?

Една от важните критики, отправяни днес към струнната теория, е, че тази теория не може да бъде проверена. Критиците твърдят, че е необходим атомен ускорител с големината на галактика, за да бъде проверена тя.

Но тази критика пренебрегва факта, че по-голямата част от науката се прави непряко, а не пряко. Никой не е ходил някога на Слънцето, за да направи директно тест върху него, но знаем, че то се състои от водород, защото можем да анализираме неговите спектрални линии.

Или вземете черните дупки. Теорията за черните дупки датира от 1783 г., когато Джон Мичъл публикувал една статия във „Философските доклади за трудовете на Кралското дружество“. Той твърдял, че една звезда може да бъде толкова масивна, че „цялата светлина, излъчвана от подобно тяло, ще бъде заставена да се върне към него под влияние на собствената му гравитация.“ Теорията за „тъмната звезда“ на Мичъл креела векове наред, защото директният тест бил невъзможен. През 1939 г. Айнщайн дори написал статия, в която показвал, че такава тъмна звезда не може да се образува по естествен път. Критиката се състояла в това, че тези тъмни звезди нямало как да бъдат подложени на проверка по принцип, защото по дефиниция били невидими. Обаче днес космическият телескоп „Хъбъл“ ни предоставя великолепни доказателства за съществуването на черните дупки. Сега сме убедени, че милиарди от тях биха могли да се спотайват в сърцата на галактиките, като десетки блуждаещи черни дупки биха могли да съществуват и в нашата собствена галактика. Но същността на проблема е в това, че доказателствата за съществуването на черните дупки са изцяло индиректни, т.е. ние сме събрали

информация за черните дупки посредством анализа на акреционния диск (увеличаващия се диск), който се върти около тях.

Нещо повече, много „непроверими“ теории накрая са станали проверими. Потрябвали са две хиляди години, за да бъде доказано съществуването на атомите, след като те били предложени за първи път от Демокрит. Физици от XIX в. като Лудвиг Болцман са били преследвани до смъртта си за това, че са вярвали в тази теория, но днес разполагаме с великолепни фотографии на атомите. Самият Паули е въвел концепцията за неутриното през 1930 г., а то е частица, която е толкова неуловима, че може да мине през блокчета от твърдо олово с големината на цяла звездна система и да не бъде абсорбирано. Паули казал: „Аз извърших най-големия грях — въведох частица, която не може да бъде наблюдавана.“ Оказало се „невъзможно“ да бъде открито неутриното, затова в продължение на няколко десетилетия то не било смятано за нещо повече от научна фантастика. Но днес можем да представим като доказателство снопове от неутрина.

Всъщност има голям брой експерименти, които ще осигурят първите индиректни тестове на струнната теория, както се надяват физиците:

— Големият адронен колайдер (LHC) може да се окаже достатъчно мощен, за да произвежда „с-частици“ или суперчастици, които представляват по-високите вибрации, предсказани от суперструнната теория (както и от други суперсиметрични теории).

— Както споменах по-горе, през 2015 г. Лазерната интерферометърна космическа антена (LISA) ще бъде изстреляна в Космоса. LISA и нейният приемник — наблюдателят на Големия взрив, могат да се окажат достатъчно чувствителни, за да проверят няколко теории за „положението преди Големия взрив“, включително и версиите на струнната теория.

— Голям брой лаборатории изследват наличието на по-висши измерения чрез проучването на отклонения от прочутия закон на Нютон за обратните квадрати в милиметров мащаб. (Ако има четвърто пространствено измерение, то тогава гравитацията трябва да се намалява от обратния куб, а не от обратния квадрат.) Последната версия на струнната теория (M-теорията) предрича съществуването на единадесет измерения.

— Много лаборатории се опитват да открият тъмна материя, тъй като Земята се движи в космически вятър от тъмна материя. Струнната теория прави специфични, проверими предположения за физическите свойства на тъмната материя, защото тя вероятно е по-висока вибрация на струната (например фотиното).

— Има надежда, че серия от допълнителни експерименти (например върху неутринната поляризация на Южния полюс) ще открие присъствието на мини черни дупки и други странни обекти чрез анализ на аномалиите в космическите лъчи, чиито енергии могат да превишат лесно тези на ЛНС. Експериментите с космически лъчи и ЛНС ще прокарат нова, вълнуваща граница отвъд стандартния модел.

— И има някои физици, които защитават възможността Големият взрив да е бил толкова експлозивен, че може би една съвсем малка суперструна е избухнала и е достигнала астрономически размери. Както пише физикът Александър Виленкин от университета „Тъфс“: „Има една много вълнуваща възможност: суперструните... да могат да достигат астрономически размери... Тогава ще бъдем в състояние да ги наблюдаваме на небето и да проверим директно суперструнната теория.“^[10] (Вероятността да бъде открита огромна, остатъчна суперструна, която е избухнала по време на Големия взрив, е съвсем малка.)

ДАЛИ ФИЗИКАТА Е НЕЗАВЪРШЕНА?

През 1980 г. Стивън Хокинг спомогна за разпалването на интерес към една теория на всичко със своята лекция, която бе озаглавена „Дали се вижда края на теоретичната физика?“, по време на която каза: „Можем да видим една завършена теория още докато са живи някои от тук присъстващите.“ Той твърдял, че има шанс от петдесет на петдесет процента окончателната теория да бъде открита през следващите двадесет години. Но когато 2000 година настъпи и нямаше съгласие по въпроса за теорията на всичко, той промени мнението си и каза, че има възможност от петдесет на петдесет процента тя да бъде открита след още двадесет години.

След това през 2002 г. Хокинг промени мнението си още веднъж, като обяви, че Гьоделовата теорема за непълнотата може да подсказва един фатален недостатък в първоначалната му насока на разсъждения. Той писа: „Някои хора ще се разочароват много, ако не съществува

окончателна теория, която може да бъде формулирана като ограничен брой от принципи. И аз принадлежах към този лагер, но промених мнението си... Теоремата на Гьодел вдъхна сигурност, че математиците винаги ще имат с какво да се занимават. Мисля, че М-теорията ще направи същото за физиците.“

Неговият аргумент е стар — тъй като математиката е незавършена, а езикът на физиката е математиката, винаги ще има верни физически твърдения, които ще бъдат отвъд нашия досег, и вследствие на това една теория на всичко не е възможна. Тъй като теоремата за непълнотата е убила гръцката мечта за доказване на всички верни твърдения в математиката, тя ще поставя и една теория на всичко винаги отвъд нашия досег.

Фрийман Дайсън се изказва красноречиво по този въпрос, когато пише: „Гьодел е доказал, че светът на чистата математика е неизчерпаем. Нито едно ограничено множество от аксиоми и правила за достигане на изводи не може някога да обхване цялата математика... Надявам се, че в света на физиката ситуацията е аналогична. Ако моята представа за бъдещето е правилна, това означава, че светът на физиката и астрономията също е неизчерпаем. Независимо от това колко далеч ще стигнем в бъдеще, винаги ще се случват нови неща, винаги ще постъпва нова информация, винаги ще има нови светове за изследване и постоянно ще се разширява сферата на живота, съзнанието и паметта.“

Астрофизикът Джон Бароу обобщава тази логика по следния начин: „Науката е основана на математиката; математиката не може да открие всички истини; следователно науката не може да открие всички истини.“^[11]

Подобен аргумент може да бъде верен или неверен, но има потенциални недостатъци. Професионалните математици в по-голямата си част пренебрегват теоремата за непълнотата в своята работа. Това се дължи на обстоятелството, че теоремата за непълнотата започва с анализ на твърдения, които се позовават едни на други, т.е. те са самореферентни. Например твърдения като следните са парадоксални:

„Това изречение е невярно.“

„Аз съм лъжец.“

„Това твърдение не може да бъде доказано.“

В първия случай, ако изречението е вярно, това означава, че то е лъжливо. Ако изречението е лъжливо, то тогава твърдението е вярно. Също така, ако аз казвам истината, то тогава казвам лъжа; а ако казвам лъжа, то тогава аз казвам истината. В последния случай, ако изречението е вярно, то тогава не може да бъде доказано, че то е вярно.

(Второто твърдение е прочутият парадокс на лъжеца. Критският философ Епименид обичал да онагледява този парадокс, като казвал: „Всички критяни са лъжци.“ Обаче св. Павел изобщо не схванал за какво става дума и писал в своето послание до Тит: „Един от тях, прорицател техен, бе казал: «Критяните са винаги лъжци, зли зверове, лениви търбуси.» Това свидетелство е вярно.“)

Теоремата за непълнотата се крепи на твърдения като: „Това изречение не може да бъде доказано с използването на аксиомите на аритметиката“ и създава сложна мрежа от тези самореферентни парадокси.

Хокинг обаче използва теоремата за непълнотата, за да покаже, че не може да съществува теория на всичко. Той твърди, че ключът към Гьоделовата теорема за непълнотата е, че математиката е самореферентна, а физиката също страда от това заболяване. Тъй като наблюдателят не може да бъде отделен от процеса на наблюдение, това означава, че физиката винаги ще прави препратки към самата себе си, тъй като не можем да напуснем Вселената. В окончателния анализ наблюдателят също се състои от атоми и молекули и вследствие на това трябва да бъде интегрална част от експеримента, който извършва.

Но има начин да бъде избягната критиката на Хокинг. За да избягнат парадоксите, които са присъщи на теоремата на Гьодел, професионалните математици днес просто твърдят, че тяхната работа изключва всички самореферентни твърдения. По този начин те могат да се изплъзнат от теоремата за непълнотата. До голяма степен експлозивното развитие на математиката след Гьодел е било постигнато просто като е била пренебрегната теоремата за непълнотата, т.е. като е било постулирано, че в най-новите трудове няма да правят самореферентни твърдения.

По същия начин може да се окаже възможно изграждането на теория на всичко, която може да обясни всички известни експерименти, които не зависят от дихотомията наблюдател/наблюдавано. Ако такава теория на всичко може да обясни всичко, като

се почне от началото на Големия взрив и се стигне до видимата вселена, която наблюдаваме около нас, то тогава става чисто теоретичен въпросът как описваме взаимодействието между наблюдателя и наблюдаваното. На практика критерий за една теория на всичко трябва да бъде твърдението, че нейните заключения са напълно независими от това как правим разделянето между наблюдателя и наблюдаваното.

Нещо повече, природата може да бъде неизчерпаема и безгранична, дори ако е основана на шепа от принципи. Помислете за шахмата. Помолете извънземен от друга планета да проумее правилата на шахмата само като гледа играта. След известно време извънземният може да разбере как се движат пешките, офицерите и царете. Правилата на играта са ограничени и прости. Но броят на възможните игри е наистина астрономически. По същия начин правилата на природата могат също да бъдат ограничени и прости, но приложенията на тези правила са неизчерпаеми. Нашата цел е да открием правилата на физиката.

В известен смисъл ние вече разполагаме със завършена теория за много явления. Никой не е откривал някога някакъв дефект в Максвеловите уравнения за светлината. Стандартният модел често е наричан „теория на почти всичко“. Допуснете за миг, че можем да изключим гравитацията. Тогава стандартният модел се превръща в напълно надеждна теория за всички явления освен гравитацията. Теорията може и да е тромава, но върши работа. Дори в присъствието на теоремата за непълнотата ние разполагаме със съвсем приемлива теория на всичко (освен гравитацията).

Според мен е наистина забележителен фактът, че върху един-единствен лист хартия човек може да напише законите, които управляват всички известни физични явления, обхващайки четиридесет и три порядъка на величините, като се започне от най-далечните предели на Космоса, които се намират на повече от 10 милиарда светлинни години, и се стигне до микросвета на кварките и неутриното. Върху този лист хартия ще има само две уравнения — Айнщайновата теория за гравитацията и стандартният модел. Това разкрива крайната простота и хармония на природата на фундаментално равнище. Вселената може да бъде опърничава,

произволна или капризна. Но на нас тя ни изглежда цяла, взаимно свързана и красива.

Нобеловият лауреат Стив Уайнбърг сравнява търсенето на една теория на всичко с търсенето на Северния полюс. Векове наред древните мореплаватели работели с карти, на които липсвал Северният полюс. Стрелките на компасите и морските карти сочели към това липсващо място на картата, но никой не го бил посещавал в действителност. По същия начин всички данни и теории сочат към една теория на всичко. Тя е липсващата част от уравненията.

Винаги ще има неща, които ще бъдат отвъд нашия досег — неща, които ще бъде невъзможно да бъдат изследвани (като точното местоположение на един електрон или светът, до който не можем да стигнем дори със скоростта на светлината). Но аз вярвам, че фундаменталните закони са познаваеми и валидни. И следващите години във физиката биха могли да се окажат най-вълнуващите, докато проучваме Вселената с ново поколение ускорители на частици, базирани в Космоса детектори на гравитационни вълни и други иновативни технологии. Ние се намираме не в края, а в началото на една нова физика. Но каквото и да открием, винаги ще има нови хоризонти, които да ни мамят.

[1] Barrow. *Impossibility*, с. 47. ↑

[2] Barrow. *Impossibility*, с. 209. ↑

[3] Pickover, с. 192. ↑

[4] Barrow. *Impossibility*, с. 250. ↑

[5] Rocky Kolb. *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 44.

↑

[6] Hawking, с. 136. ↑

[7] Barrow. *Impossibility*, с. 143. ↑

[8] Max Tegmark, *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 37. ↑

[9] Причината за това е, че ако прибавим квантови корекции към Айнщайновата теория за гравитацията, те, вместо да бъдат малки, стават безкрайни. Години наред физиците измисляли трикове, за да елиминират тези безкрайни периоди, но никой не постига успех заради квантовата теория за гравитацията. Но в струнната теория тези корекции изчезват по няколко причини. Първо, струнната теория

притежава симетрия, наречена суперсиметрия, която балансира много от тези отклоняващи се периоди. Струнната теория притежава и изключвател — дължината на струната, която спомага за контролирането на безкрайностите. Произходът на тези безкрайности действително ни връща при класическата теория. Според Нютоновия закон за обратните квадрати силата между две частици е безкрайна, ако разделящото ги разстояние спадне до нула. Тази безкрайност, която е очевидна дори в теорията на Нютон, се пренася в квантовата теория. Но струнната теория разполага с изключвател — дължината на струната или дължината на Планк, които ни позволяват да контролираме отклоненията. ↑

[10] Alexander Vilenkin, *New Scientist Magazine*, November 18, 2006, с. 51. ↑

[11] Barrow. *Impossibility*, с. 219. ↑

БИБЛИОГРАФИЯ

Adams, Fred, Greg Laughlin. *The Five Ages of the Universe: Inside the Physics of Eternity*. New York, Free Press, 1999.

Asimov, Isaac. *The Gods Themselves*. New York, Bantam Books, 1990.

Asimov, Isaac, Jason A. Schulman ред. *Isaac Asimov's Book of Science and Nature Quotations*. New York, Weidenfeld and Nicholson, 1988.

Barrow, John. *Between Inner Space and Outer Space*. Oxford, England, Oxford University Press, 1999; *Impossibility: The Limits of Science and Science of Limits*. Oxford, England, Oxford University Press, 1998; *Theories of Everything*. Oxford, England, Oxford University Press, 1991.

Calaprice, Alice ред. *The Expanded Quotable Einstein*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2000.

Cavelos, Jeanne. *The Science of Star Wars: An Astrophysicist's independent Examination of Space Travel, Aliens, Planets, and Robots as Portrayed in the Star Wars Films and Books*. New York, St. Martin's Press, 2000.

Clark, Ronald. *Einstein: The Life and Times*. New York, World Publishing, 1971.

Cole, K. C. *Sympathetic Vibrations: Reflections on Physics as a Way of Life*. New York, Bantam Books, 1985.

Crease R., C. C. Mann. *Second Creation*. New York, Macmillan, 1986.

Croswell, Ken. *The Universe at Midnight*. New York, Free Press, 2001.

Davies, Paul. *How to Build a Time Machine*. New York, Penguin Books, 2001.

Dyson, Freeman. *Disturbing the Universe*. New York, Harper and Row, 1979.

Ferris, Timothy. *The Whole Shebang: A State-of-the-Universe(s) Report*. New York, Simon and Schuster, 1997.

Folsing, Albrecht. *Albert Einstein*. New York, Penguin Books, 1997.

Gilster, Paul. *Centauri Dreams: imagining and Planning interstellar Exploration*. New York, Springer Science, 2004.

Gott, J. Richard. *Time Travel in Einstein's Universe*. Boston, Houghton Mifflin Co., 2001.

Greene, Brian. *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York, W. W. Norton, 1999.

Hawking, Stephen W., Kip S. Thorne, Igor Novikov, Timothy Ferris, Alan Lightman. *The Future of Spacetime*. New York, W. W. Norton, 2002.

Horgan, John. *The End of Science*. Reading, Mass., Addison-Wesley, 1996.

Kaku, Michio. *Einstein's Cosmos*. New York, Atlas Books, 2004; *Hyperspace*. New York, Anchor Books, 1994; *Parallel Worlds, A Journey Through Creation, Higher Dimensions, and the Future of the Cosmos*. New York, Doubleday, 2005; *Visions: How Science Will Revolutionize the 21st Century*. New York, Anchor Books, 1997.

Lemonick, Michael. *The Echo of the Big Bang*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2005.

Mallove, Eugene, Gregory Matloff. *The Starflight Handbook: A Pioneer's Guide to Interstellar Travel*. New York, Wiley and Sons, 1989.

Nahin, Paul J. *Time Machines*. New York, Springer Verlag, 1999.

Pais, A. *Subtle is the Lord*. New York, Oxford University Press, 1982.

Pickover, Clifford A. *Time: A Traveler's Guide*. New York, Oxford University Press, 1998.

Randi, James. *An Encyclopedia of Claims, Frauds, and Hoaxes of the Occult and Supernatural*. New York, St. Martin's Press, 1995.

Rees, Martin. *Before the Beginning: Our Universe and Others*. Reading, Mass., Perseus Books, 1997.

Sagan, Carl. *The Cosmic Connection: An Extraterrestrial Perspective*. New York, Anchor Press, 1973.

Thorne, Kip S. *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy*. New York, W. W. Norton, 1994.

Ward, Peter D., Donald Brownlee. *Rare Earth: Why Complex Life is Uncommon in the Universe*. New York, Springer Science, 2000.

Weinberg, Steve. *Dreams of a Final Theory: The Search for Fundamental Laws of Nature*. New York, Pantheon Books, 1992.

Wells, H. G. *The Time Machine: An Invention*. London, McFarland and Co., 1996.

ЗАСЛУГИ

Имате удоволствието да четете тази книга благодарение на *Моята библиотека* и нейните всеотдайни помощници.

МОЯТА БИБЛИОТЕКА



<http://chitanka.info>

Вие също можете да помогнете за обогатяването на *Моята библиотека*. Посетете **работното ателие**, за да научите повече.