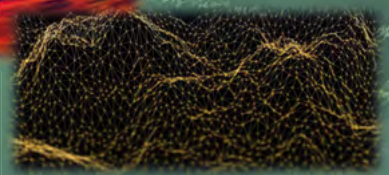
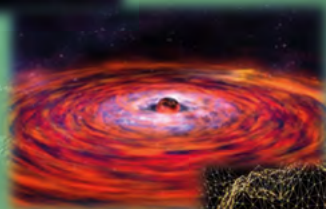


Володимир  
ЦИГАНЕНКО

НАБЛИЖЕННЯ ВЧЕНИХ  
ДО ЗАРОДЖЕННЯ ВСЕСВІТУ  
ТА ЖИТТЯ

Книга 2

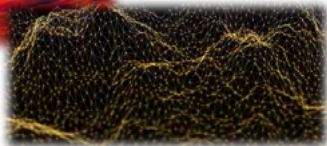
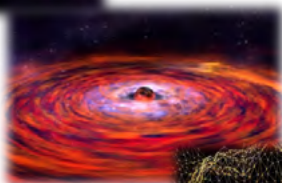




Володимир Циганенко

# НАБЛИЖЕННЯ ВЧЕНИХ ДО ЗАРОДЖЕННЯ ВСЕСВІТУ ТА ЖИТТЯ

У чотирьох книгах  
Книга 2



Київ  
Видавничий дім «КИЙ»  
2021

УДК 620.9:94  
Ц56

**Циганенко В.О.**

**Ц56** Наближення вчених до зародження Всесвіту та життя: у 4 книгах. Кн. 2. – К. : Видавничий дім «Кий», 2021. – 370 с.

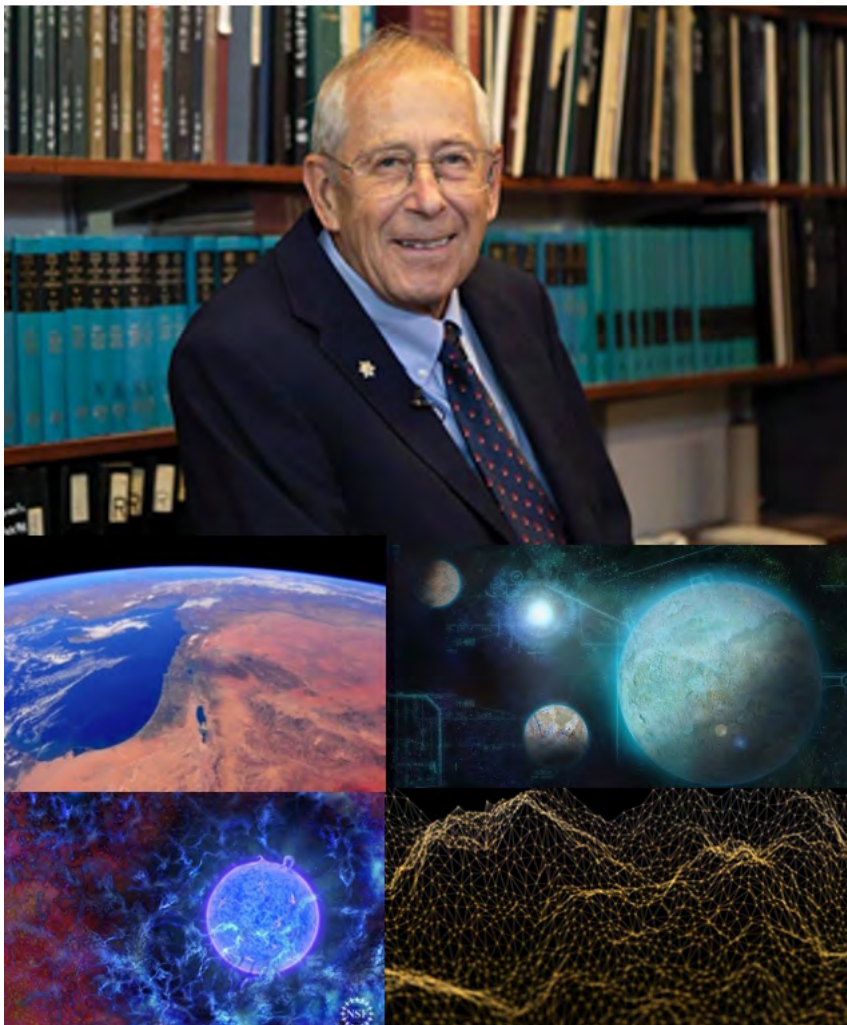
Книжка Володимира Циганенка складається зі статей, написаних у різні роки й надрукованих у періодиці.

Читач для себе відкриє широке поле знань, які автор дохідливо викладає у статтях, використовує та упорядковує сучасний погляд по темах: наближення вчених до зародження Всесвіту та життя на Землі ті прогнози на майбутнє світової науки і техніки у галузі пізнання самої людини, навколишнього середовища. Розмірковує над тим, що потрібно творчо використовувати у майбутньому.

Розрахована на широкий загал читачів, які цікавляться пізнанням світової науки на багатьох напрямках розвитку штучного інтелекту, існуванням Всесвіту. Може бути корисною для енергетиків, фахівців – астрофізиків, хіміків, планетологів, астрономів, генетиків, викладачів освітніх закладів, музейних працівників

**УДК 620.9:94**

# ПЕРЕДМОВА





Виміряти форму Всесвіту вкрай складно — як мінімум через величезні відстані, що відділяють нас від його межі.

Астрономи проаналізували показники реліктового випромінювання і з'ясували, що з великою вірогідністю наш Всесвіт є замкнутою несиметричною кулею.

За минулі віки астрономи встигли побудувати десятки гіпотез про форму Всесвіту, та жодну з них досі не вдалося більш-менш достовірно підтвердити.

Одна з найбільш загальноприйнятих теорій полягає у тому, що Всесвіт «плоский». Тобто, якщо послати із Землі пучок фотонів у будь-якому напрямку, він ніколи не повернеться назад.

Існує також гіпотеза замкнутого Всесвіту, яка припускає, що він чимось схожий на кулю. Це означає, що якщо ви направите випромінювання із Землі кудись у простір, то рано чи пізно воно повернеться до вас з іншого краю, обійшовши Всесвіт по колу. Якщо, звичайно, швидкість розширення Всесвіту не перевищуватиме світлової.

Нова робота учених, опублікована в журналі Nature Astronomy, показує результати вимірювання рівня реліктового випромінювання. Це випромінювання, що вперше утворилося приблизно 380 тис. років тому, після Великого вибуху.

Незважаючи на численні припущення про те, що наш Всесвіт — комп'ютерна симуляція, насправді вірогідність цього вкрай мала.

Та на світі немає нічого неможливого, тож учені цілком можуть спостерігати за найрізноманітнішими формами життя у мільйонах всесвітів у теорії. Астрономи створили вісім мільйонів всесвітів на комп'ютері.

Річ у тім, що симуляція зародження і подальшого розвитку всесвітів може багато що розповісти про наш Всесвіт.

## Найбільша загадка Всесвіту

Якщо кожного разу, коли ви розмірковуєте про Всесвіт і про те, що він собою являє, вам здається, що ви нічого не знаєте і не розумієте про те, що там насправді відбувається, — це нормально.

Нашому мозку неймовірно складно осмислити такі поняття, як нескінченність, ланіакея (Ланіакея має в поперечнику близько 522 мільйонів світлових років і складається приблизно зі 100 тисяч галактик...) і горизонт подій чорної діри. А коли мова заходить про темну матерію, і зовсім виникає відчуття, що темна матерія — найбільша загадка нашого Всесвіту. Принаймні сьогодні вчені дотримуються саме такої точки зору.

Метою дослідників при створенні 8 мільйонів комп'ютерних симуляцій всесвітів було бажання зрозуміти, яку роль ця загадкова субстанція відіграла у житті нашого Всесвіту з часів Великого вибуху. Вважається, що невдовзі після народження Всесвіту, невидима і неловима субстанція, що отримала назву «темна матерія», за допомогою сили гравітації перетворилася на масивні хмари, які називаються гало темної матерії. У міру того, як гало збільшувалося у розмірах, вони притягали рідкісний газоподібний водень, що пронизує Всесвіт, щоб об'єднатися і утворити зірки і галактики, які ми бачимо сьогодні.

У цій теорії темна матерія діє як основа галактик, визначаючи процеси створення, злиття і розвитку з часом.

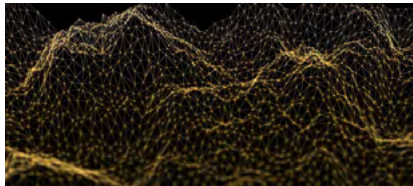
Аби краще зрозуміти, який вплив на формування Всесвіту мала темна матерія, вчені з університету Арізони створили свої власні всесвіти, використовуючи суперкомп'ютер. 2000 процесорів працювали без перерви упродовж трьох тижнів, імітуючи понад 8 мільйонів унікальних всесвітів.

Дивовижним є те, що кожен всесвіт підкорявся унікальному набору правил, аби допомогти дослідникам зрозуміти зв'язок між темною матерією і еволюцією галактик.

## Найбільша комп'ютерна симуляція

Дослідження опубліковано в журналі *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* і є першим у своїй галузі.

Раніше вчені створювали одиничні симуляції, зосереджені на моделюванні окремих галактик. Нова програма дістала назву *Universe Machine*. Вона безперервно створювала мільйони всесвітів, кожен з яких містив 12 мільйонів галактик. Більше того, усі ці мільйони всесвітів розвивалися від Великого вибуху до наших днів.



## Так може виглядати комп'ютерна симуляція Всесвіту

На думку фахівців, найцікавіше полягає в тому, що тепер учені можуть використати усі наявні дані про еволюцію галактик — кількість їхніх зірок і способи зіркоутворення, — і об'єднати їх у всеосяжну картину останніх 13 мільярдів років Всесвіту.

Зазначимо, що створення точної копії нашого Всесвіту або навіть галактики запотребило б неймовірної обчислювальної потужності. Тому вчені зосередилися на двох ключових властивостях галактик: сукупній



масі зірок і швидкості зіркоутворення.

Згідно з результатами дослідження, швидкість зіркоутворення зірок у галактиці тісно пов'язана з масою гало темної матерії. У тих галактиках, де маса гало темної матерії була схожа на гало темної матерії Чумацького Шляху, швидкість зіркоутворення була найбільшою. Це говорить про те, що в масивні-

ших галактиках зіркоутворення стримується великою кількістю чорних дір.

Спостереження астрономів поставили під сумнів припущення учених про те, що темна матерія пригнічує зіркоутворення у ранньому Всесвіті.

Насправді галактики меншого розміру, з більшою вірогідністю, утворюватимуть зірки з більшою швидкістю.

Надалі учені планують розширити Universe Machine, щоб опрацювати ще більше варіантів, у яких темна матерія може впливати на властивості галактик, включно з формою їх розвитку, масою чорних дір і частотою перетворення зірок у найовіші.

Запаморочливо, чи не так? Як гадаєте, чи зможуть учені розгадати найбільші загадки Всесвіту?

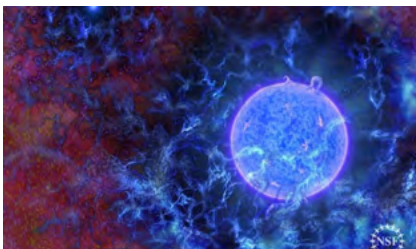
Володар Нобелівської премії з фізики 2019 року Джеймс Піблс (James Peebles) розкритикував теорію Великого вибуху на заході, влаштованому на честь нобелівських лауреатів у посольстві Швеції у Вашингтоні (США).

На думку вченого, сама назва «Теорія Великого вибуху», що застосовується до уявлень про еволюцію Всесвіту на ранніх етапах її існування, є абсолютно недоречною. Насправді космологи мають слабе уявлення про безпосереднє народження Всесвіту, тож некоректно говорити про якийсь колосальний вибух, стверджує Піблс.

Космологи добре знають історію Всесвіту, починаючи з перших секунд його існування до теперішнього часу. Процеси, які відбуваються вже після

того, що називають «Великим вибухом», залишили космологічні сигнатури, що називаються фоссіліями (англ. fossils), за аналогією з древніми скам'янілостями. За ними вчені визначають умови, які існували у ранньому Всесвіті.

Проте народження Всесвіту до етапу його звичайного розширення описується теоріями, які





поки що не можуть бути перевірені, наприклад, інфляційна модель розширення.

Водночас Піблс визнає, що словосполучення «Теорія Великого вибуху» вже міцно увійшло до наукового вжитку, тому він і сам ним користується.

Спіраючись на дані, отримані космічною обсерваторією «Планк», астрономи з'ясували, що реліктове випромінювання виявляється сильно гравітаційно-лінзованим, яким і має бути, — згідно з моделлю «плоского» Всесвіту. За словами фахівців, пояснити таку кривизну простору на 99% може модель замкнутого Всесвіту.

Після виявлення цього факту команда вчених проаналізувала всі докази гіпотези, і показала, що позитивна кривизна, спостережувана для реліктового випромінювання, пояснює аномальну амплітуду лінзування.

Однак у бочці меду є й ложка дьогтю.

З моделлю замкнутого Всесвіту не узгоджується, наприклад, вимір постійної Хаббла — показника швидкості розширення Всесвіту.

Також модель замкнутого Всесвіту не пояснює існування темної енергії, — субстанції, яка прискорює розширення простору-часу.

Згідно зі статтею інших астрономів, нові дані можна пояснити некоректною роботою телескопа.

### ***Всесвіт може бути не плоскою матерією***

Група астрофізиків з Манчестерського університету представила гіпотезу, згідно з якою Всесвіт може бути не плоскою матерією, що розтягується у різні боки, а круглим, як Земля.

Дослідження опубліковано в журналі Nature.

Нове дослідження астрофізиків з Манчестерського університету, згідно з яким Всесвіт може бути викривленим і замкнутим, ґрунтоване на даних, зібраних із супутника Planck Європейського космічного агентства.

У гіпотезі говориться, що якщо відправити пучок фотонів в один бік, він вічно не рухатиметься з можливою швидкістю розширення Всесвіту по прямій в один бік, а повернеться з іншого боку.

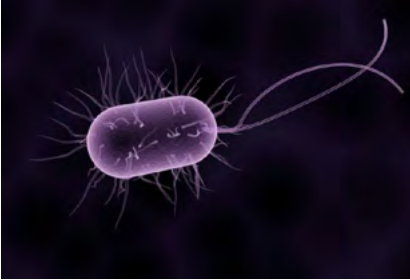
Робота учених ґрунтована на припущенні Ейнштейна, що гравітація міняє шлях світла — гравітаційним лінзуванням. При цьому під гіпотезу потрапляють не лише фотони, а й космічний мікрохвильовий фон.



При цьому гіпотеза учених протистоїть теорії постійної Хаббла, згідно з якою Всесвіт розширюється з постійною швидкістю у площині. Крім того, гіпотезі замкнутого Всесвіту суперечать і гіпотези баріонних акустичних коливань темної енергії.



## Походження життя на Землі



Науковці виявили мікроб зі щупальцями, який пролив світло на таємницю походження життя на Землі. Вчені упевнені, що це найближчий родич перших складних організмів і та сама відсутня ланка, яку вони шукали.

Невідомий раніше мікроорганізм допоміг ученим зрозуміти, як проходила еволюція життя на Землі. Його знайшли у глибоководній багнюці біля берегів Японії у 2006 році і відтоді пильно вивчають у лабораторії.

Дослідники з Японського національного інституту передових промислових наук і технологій дійшли висновку, що перед ними — сполучна ланка між простими одноклітинними організмами і складнішими живими істотами.

Дослідники з Японського національного інституту передових промислових наук і технологій дійшли висновку, що перед ними — сполучна ланка між простими одноклітинними організмами і складнішими живими істотами.

Мікроб назвали *Prometheoarchaeum* на честь Прометея, який, за античною легендою, створив людей з глини.

Учені пояснили, що це прокаріот, тобто клітина без ядра, і вона відноситься до групи архей. Примітно те, що вона має відростки, схожі на щупальця. Як показали спостереження, за їх допомогою бактерія захоплює сусідні мікроби і створює складнішу конструкцію.

Біологи вважають, що саме завдяки цьому процесу з'явилася перша мітохондрія — складова частина складнішої клітини, яку називають електростанцією, бо вона забезпечує клітину енергією і киснем.

Звідси, на думку японських дослідників, і пішов розвиток ядерних клітин — еукаріотів, з яких згодом сформувалися тварини і люди.

Учені підкреслили, що виникнення еукаріотів — принципово важливе питання для розуміння процесу еволюції.

Нагадаємо, життя на Землі, за науковими даними, виникло 4 млрд років тому, тобто через 500 млн років після утворення Сонячної системи.

## Фосфор послужив основою для виникнення життя на Землі

Астрономи з європейської південної обсерваторії з'ясували, що фосфор, який послужив основою для виникнення всього живого на Землі, принесений на нашу планету з кометами.

Так, вчені досліджували зіркоутворюючу область під назвою AFGL 5142 за допомогою радіотелескопа ALMA.

Дані спектра радіовипромінювання показали, які саме молекули присутні у даній області. Про це повідомляє The New-York Post.

Астрономи з'ясували, що в хмарах газу навколо молодих зірок міститься моноксид фосфору. Ці ж молекули було виявлено у складі комети 67P/Чурюмова-Герасименко, що обертається навколо Юпітера.

На думку вчених, комети захоплюють дані молекули і розносять цей будівельний матеріал для ДНК і білків по всьому Всесвіту.



## Життя мільйони років під шаром льоду

Життя неодноразово демонструвало феноменальну здатність існувати за вельми екстремальних умов.

Нещодавно дослідники нарешті з'ясували, як живі істоти змогли пережити неймовірно тривалий період зледеніння планети, відомий як криогенний.

З 720 за 635 мільйонів років тому Земля була вкрита крижаною кіркою. Можна було б подумати, що товстий крижаний покрив, що перешкоджає насиченню води киснем, спричинив глобальне вимирання. Однак копальниці свідчать про протилежне — криогенний період не уповільнив хід еволюції. Згідно з новим дослідженням, кисневі осередки в океанах створювала тала вода все тих же льодовиків. Це були свого роду оазиси, у яких хемосинтетичне життя плодилося і розмножувалося, чекаючи кінця холодів.

Про це розповів седиментолог Максвелл Лехте з Університету Макгілла в Канаді. «Цей механізм можна пояснити тим, що ми називаємо «кисневим насосом»: бульбашки повітря, які потрапили у лід, у процесі танення насичують воду киснем і азотом», — пояснив він.

Хоча науці вдалося описати лише малу частину настільки древніх скам'янілостей, певне уявлення про далеке минуле ми все-таки маємо.

Відкладення на морському дні, особливо багаті залізом, допомогли вченим відновити дані про рівень кисню у воді.

Залізо — це ключ до розгадки таємниці.



Як відомо, живим організмам мало одного лише кисню, їм також необхідна їжа. Сотні мільйонів років тому води Світового океану були багаті іонами заліза.

Як відомо, навіть сьогодні на Землі зустрічаються види бактерій-хемосинтетиків, що отримують енергію в результаті окислення розчиненого у воді заліза. Продуктами їхньої життєдіяльності, як неважко здогадатися, є оксиди заліза — геологи виявили їх у надлишку, досліджуючи донні відкладення.

Втім, це всього лише теорія, хоча й підкріплена матеріальною базою.

Зараз дослідники зосереджені на поглибленні роботи. Їм кортить з'ясувати, як у таких убогих, бідних на ресурси «крижаних оазисах» могли розвиватися цілі екосистеми, які в майбутньому породили велике різноманіття форм життя на планеті.

## **Головна умова виникнення життя на Землі**

Процес серпентинізації (взаємодія води, що містить розчинений діоксид вуглецю) міг стати важливим чинником розвитку життя на Землі.

Учені Океанографічного інституту Вудс-Хоул у США розкрили загадку появи величезного резервуару метану під дном земних океанів. Виявлений механізм може стати вирішальним у виникненні життя на інших планетах. Дослідники проаналізували 160 фрагментів порід з верхньої мантії Землі і нижніх шарів земної кори. Зразки були взяті з хребтів і зон субдукції, де океанічна кора підпірає під континентальну, а також з офіолтів — залишків древньої океанічної кори, піднятої на поверхню. Результати спектроскопії і мікроскопії показали, що майже в усіх пробах були скупчення метану і водню.

Як з'ясували вчені, метан утворюється, коли морська вода, просочуючись крізь глибоководні породи, потрапляє всередину гарячого олівіна — мінералу, що складає магматичні породи. Коли мінерал починає остигати, вода, що містить розчинений діоксид вуглецю, вступає в хімічну реакцію, звану серпентинізацією.

За словами дослідників, цей механізм може пояснювати скупчення метану на інших планетах. Крім того, при вивільненні достатньої кількості водню і метану може підтримуватися існування мікробних екосистем. Процес серпентинізації міг стати важливим чинником розвитку життя і на Землі.

## Джерело глибоководного метану

Метан, який утворюється без участі органічних речовин або живих істот, був знайдений усередині гірських порід з гідротермальних ділянок по всій земній кулі і його називають «Абіотичний».

Величезне джерело метану було виявлено глибоко під поверхнею Землі, між верхньою мантією і океанічною корою. Це відкриття

є важливим, позаяк воно може дати уявлення про гідротермальні жерла, завдяки яким, можливо, і з'явилося життя на нашій планеті.

Дослідники з Океанографічного інституту Вудс-Хоул (WHOI) узяли 160 зразків з гідротермальних ділянок по всій земній кулі, включаючи Серединно-атлантичний хребет, басейн Гуаймас і Східно-тихоокеанське підняття. Проаналізувавши їх за допомогою лазерного мікроскопа, вони виявили, що майже всі вони містять мікробульбашки метану.

У своєму дослідженні, опублікованому в журналі PNAS, автори зазначають, що це може бути найбільшим джерелом абіотичного метану у світі.

Як утворився абіотичний метан?

Мабуть, метан утворився в результаті реакції між водою і олівіном — групою мінералів, що утворюють гірські породи, виявлені у надрах планети.

Коли морська вода повільно просувається через глибоку океанічну кору, вона потрапляє у пастку всередині гарячого, породоутвореного мінералу. Коли мінерал остигає, вода потрапляє всередину, і відбувається хімічна реакція, що призводить до утворення водню і метану.

Традиційно вважалося, що метан — потужний парниковий газ — утворюється, коли руйнується органічна речовина. Коли він потрапляє в атмосферу, то створює ефект нагрівання, сильніший за вуглекислий газ, хоча й менш тривалий.

Проте у 2016 році стало відомо, що метан також існує на морському дні.

Учені з Ocean ExplorationTrust виявили понад 500 точок викиду метану біля західних берегів США. Газ випускається через глибоководні отвори — нагріті тріщини земної кори.

Проте джерело метану на морському дні не вдавалося встановити. «Виявлення абіотичного джерела глибоководного метану було проблемою, з якою ми боролися упродовж багатьох років», — заявив автор дослідження Джеффри Сівальд, старший науковий співробітник WHOI.



Крім того, що відкриття допомогло пояснити походження метану глибоко під землею поверхнею, дослідження могло б також пролити світло на наявність метану на інших об'єктах Сонячної системи. Наприклад, відомо, що метан існує на Марсі і супутниках Сатурна, Титані та Енцеладі.

## Як з'явилося життя на Землі

Учені Науково-дослідного інституту Скріпса у США припустили, що ДНК і РНК виникли мільярди років тому з химерної молекули, яка містила елементи обох нуклеїнових кислот. Це дозволяє розв'язати проблему нестабільності з'єднань, які мали самостійно відтворюватися, аби стати основою для живих клітин.

Результати експериментів показали, що коли химерні молекули репліцируються, тобто відбувається синтез дочірніх ланцюжків, переважно утворюються окремі молекули РНК і ДНК, а не нові химери.

Хоча гібридні молекули менш стабільні, ніж чиста ДНК і РНК, вони забезпечують легший перехід до «чистих» нуклеїнових кислот.

Нині вважається, що мільярди років тому в первинному бульйоні з'явилися попередники нуклеотидних блоків, з яких виникла ПРЕ-РНК, а потім звичайна РНК і ДНК.

Проте нова гіпотеза припускає, що спочатку існували блоки як ДНК, так і РНК, які з часом сформували дволанцюжкові молекули.

## Про походження життя на Землі

Учені виявили молекулу-попередницю РНК і ДНК.



Будівельні блоки ДНК і РНК могли виникнути одночасно, ще до того, як на Землі зародилося життя. Учені вперше знайшли переконливі докази того, що РНК і ДНК, ймовірно, виникли з однієї молекули-попередниці близько чотирьох млрд років тому.

В останнє десятиліття провідною версією в теорії походження життя на Землі була гіпотеза «світу РНК».

Однак відкриття, результати якого опубліковано в журналі *Nature Chemistry*, повністю перекреслює цю наукову точку зору.

Отже, досі вважалося, що форми раннього життя ґрунтувалися виятково на РНК і лише згодом еволюціонували так, що змогли перетворитися до стану, що призвів до виникнення ДНК.



Ця теорія завжди піддавалася критиці багатьма вченими, та через неможливість підтвердити або спростувати інші точки зору гіпотеза «світу РНК» вважалася найвірогіднішою.

Річ у тім, що РНК (рибонуклеїнова кислота) і ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) дуже схожі за своїм хімічним складом, але фахівці ніколи не могли до кінця зрозуміти, як саме одне перетворилося на інше в період зародження життя на Землі.

Єдине пояснення, яке могли дати науковці, це те, що ранні організми мали особливий фермент, що брав участь у процесі перетворення. Проте визначити хімічний склад цієї речовини не могли.

Через відсутність будь-якої доказової бази синтезу РНК і ДНК експерти в цій галузі вважали, що до появи ДНК основою перших форм життя була проста і універсальна РНК.

Однак недавнє дослідження групи вчених на чолі з Раманараяном Кришнамурті, доктором філософії і доцентом хімічних наук, показало, що зі значною долею вірогідності РНК і ДНК виникли практично одночасно на перших етапах зародження життя.

Як зародилося життя на Землі? Прибічники гіпотези «світу РНК» стверджують, що все розпочалося з молекул РНК, здатних до каталізу без участі білкових ферментів. Та сьогодні ця теорія ставиться під сумнів. Подібних висновків фахівці дійшли, коли змогли визначити сполуку, яка, можливо, була присутня у пребіотичний період (етап, що передував появі життя) і виконувала найважливіше завдання зі зв'язування будівельних блоків як РНК, так і ДНК у більші ланцюги. Це сполучення відоме під назвою тіоуридін. Воно, швидше за все, було присутнє на Землі до виникнення життя і було хімічним попередником нуклеозидних будівельних блоків ранніх РНК.

Команда фахівців продемонструвала, як у кілька етапів хімічних реакцій можна перетворити попередник будівельного блоку РНК на будівельний блок ДНК — дезоксиаденозін.

Також було показано, як тіоуридін перетвориться на дезоксирибозу, яка тісно пов'язана з дезоксиаденозином і, можливо, також є попередником ранніх будівельних блоків ДНК.

Учені вважають, що саме такі процеси у точнісінько такій послідовності і відбувалися у пребіотичному світі.

Співавтор дослідження, доктор філософії і фахівець з молекулярної біології Джон Сазерленд припустив, що на зорі життя РНК і ДНК могли бути однією структурою, що стала «праматір'ю» перших генів.

При цьому експерти вважають, що навіть якщо РНК і ДНК і виникли як одне ціле, то дуже скоро вони перейшли на строге «розділення обов'язків», яке існує до цього дня: ДНК служить для стабільного довгострокового зберігання генетичної інформації, а РНК виконує свій особливий набір

завдань, включаючи виробництво білків, транспортування і короткочасне зберігання генетичної інформації.

«Вони стали виконувати ту роботу, яку уміють робити краще за все», — іронізує Кришнамурті.

Дослідження у цій галузі тривають.

Учені сподіваються, що зможуть надати ще переконливіші докази того, що РНК і ДНК зародилася практично одночасно.

## **Велика киснева подія спричинила зародження життя на Землі**

Учені розкрили таємницю зародження життя на Землі.

Вулкани вплинули на появу живих організмів на планеті.

Американські геологи стверджують, що «Велика киснева подія», що змінила атмосферу нашої планети 2,5 млрд років тому, сталася через тектонічні процеси.

Науковці з університету Райса у США вивчили передумови катастрофи, що стала причиною зародження життя на планеті.



Вони визначили, що фотосинтезуючі ціанобактерії не могли б зробити такого потужного викиду кисню в атмосферу, як зазначено у біологічній теорії Кисневої катастрофи. Геологи стверджують, що цей тип бактерій на Землі з'явився за 500 млн років до «події».



Крім цього було виявлено сліди різкого збільшення тектонічної активності перед катастрофою. Кожне виверження вулкану, що відбувається на планеті Земля, повне забрудників. І це не лише попіль та пил, а й вуглекислий газ: один з найсильніших парникових газів на планеті.

У найбільших випадках один вулканічний шлейф, який триває всього кілька годин, може додати в атмосферу багато мільйонів тонн вуглекислого газу.

Так, вуглець за допомогою опадів потрапляв у океани і там стався «бум» у розмноженні бактерій. Як припускають учені, саме вони й сприяли зростанню співвідношення кисню в атмосфері.



Вчені довели, що впродовж мільярдів років геологічні процеси, такі як виверження вулканів, контролювали концентрацію вуглецю в атмосфері, оскільки вулканізм є основним способом, за допомогою якого вуглець піднімається з мантії в атмосферу.

Значна частина вуглецю, що зберігається у мантії, знаходиться у формі карбонату (солі вуглекислоти), однак існують також величезні запаси реального вуглекислого газу, секвестрованого глибоко в мантії, у вигляді розчиненого газу в рідкій породі.

Недавні дослідження запасів вуглецю, виявлених під Сполученими Штатами, привели до нової оцінки кількості вуглецю у верхній мантії Землі — приблизно 100 трильйонів тонн. На противагу цьому, сьогодні в атмосфері всього близько 3,2 трильйонів тонн  $\text{CO}_2$  (що містить близько 870 мільярдів тонн фактичного вуглецю).

## Рознести земне життя по Всесвіту могла комета

Астрофізики Гарвардського університету Амір Сарадж і Аві Леб представили нову теорію про те, що древнє життя могло з'явитися на Землі, а потім розлетілося по далеким куточках Всесвіту після зіткнення з кометою.



Науковці вважають, що близько сотні тисяч або мільйона років тому, коли Сонячна система була жвавішим місцем, наша планета по дотичній зіткнулася з крижаною кометою. Комета рухалася у кількох десятках кілометрів над Землею, а тому не згоріла. Проте за неї встигли «вхопитися» мікроби, які мешкали у верхніх шарах атмосфери.

Через певний час, припускають астрофізики, комета дісталася до іншої зоряної системи з придатними для життя умовами. Ті стійкі мікроби, які змогли вижити у космосі, заснували колонії.

Сарадж і Леб вважають реалістичнішою першу частину своєї теорії, адже Земля неодноразово стикалася з кометами, які могли «захопити» з собою життя.

Також вони зазначають, що в 1970-х роках у верхніх шарах атмосфери виявили мікроби, які цілком можуть потрапити на комету, — і схватися на ній від космічної радіації, «забурюючись» углиб.

Теорію гарвардських астрофізиків критикує їхній колега з Каліфорнійського університету в Риверсайді Стівен Кейн.

По-перше, він вважає, що в силу законів аеродинаміки мікроби не могли зачепитися за комету.

По-друге, Кейн вважає, що мікроби не могли вижити у космосі упродовж усієї подорожі. Хоча вчений і визнає, що деякі бактерії десятиліттями виживають у космосі, але підкреслює: політ до нового житла міг зайняти сотні тисяч, а то й мільйони років.

Автори теорії досі не вступали в дискусію із Кейном, а лише говорять, що необхідно провести додаткові дослідження і експерименти.

## **Інопланетні форми життя насправді можуть світитися**



Біоломінесценція властива багатьом організмам і на Землі. Хімічну реакцію у їхніх клітинах, що світається, можуть запускати ультрафіолетові фотони, які в результаті пере-випромінюються у більш довгохвильовій частині спектра у яскраве, багатоколірне флуоресцентне світіння, яке захищає життя від випромінювання активної зірки.

Вчені з Корнельського університету заявили про те, що інопланетні форми життя насправді можуть світитися. Біоломінесценція може бути захистом від смертоносного випромінювання на планетах, які розташовуються біля нестабільних зірок.

Учені підкреслюють, що цей процес міг призвести до появи перших коралів — союзу водоростей і поліпів, які забезпечували їм захист від УФ-випромінювання, що було актуальним на молодій Землі. «Побічним ефектом» цього є яскраве, багатоколірне флуоресцентне світіння.

На сьогодні озоновий шар поглинає велику частину випромінювання високо в атмосфері, тож захист потрібен мінімальний. Водночас, у Всесвіті життя може з'явитися на планеті з менш спокійною зіркою, наприклад,

червоним карликом. Близькі до таких світил планети мають отримувати набагато більше небезпечного випромінювання, і організмам тут необхідно пристосовуватися до цих умов.

Біоломінесценція може слугувати одним із пристосувань, дозволяючи нейтралізувати УФ-фотони до того, як вони завдадуть шкоди клітинам. «Це має призводити також до збільшення видимості такої біоломінесценції у видимій частині спектра», — пишуть дослідники. Вони зазначають, що за умови існування подібного життя, УФ-спалахи на зірці, можуть відгукнутися видимим світлом на планеті.

Подібні зміни яскравості поки залишаються за межами існуючих телескопів. Проте той, що вже будується у Чилі ELT і має почати роботу у 2025 році, дозволить проводити такий пошук.

## **Виникнення життя на Землі: нова теорія**

Міжнародна група дослідників з Німеччини, Великобританії і Японії запропонувала нову теорію, що пояснює, як РНК могла виникнути на ранній Землі. Згідно з гіпотезою РНК-світу, ця молекула стала попередником життя, оскільки могла самостійно зберігати генетичну інформацію, а також каталізувати власне розмноження. Статтю з результатами дослідження опубліковано у провідному науковому журналі Science.

Учені представили спосіб синтезу як пуринових, так і піримідинових нуклеозидів. Нуклеозиди — це попередники нуклеотидів, з яких виникають як РНК, так і ДНК. Вони утворені азотистою основою (аденіном, гуаніном, цитозіном і т.д.) і рибозою (у разі РНК). Пуринові нуклеозиди складаються з двох ароматичних кілець (піримідинового і імідазольного), а піримідинові — з одного ароматичного кільця.

Основною проблемою гіпотези РНК-світу є те, що невідомо, як відбувається пребіотичний синтез глікозидів, оскільки азотисті підоснови неохоче вступають у спонтанну взаємодію з рибозою.

В останнє десятиліття учені запропонували два альтернативних способи синтезу піримідинових нуклеозидів. Згідно з ними, або азотиста основа і рибоза утворюються одночасно і відразу ж виявляються сполученими одна з одною, або раніше існували якісь інші піримідини, що утворюють предкову форму РНК. Проте не було запропоновано механізмів виникнення пуринових нуклеозидів.

У 2016 році Сідней Бекер (Sidney Becker) і його колеги продемонстрували правдоподібний синтез пуринових нуклеозидів із формами допіримідинів (FaPy) — форми пурину, яка легко взаємодіє з рибозою у воді. Коли рН розчину збільшується, з'єднання FaPy-рибоза замикається, утворюючи пуринове кільце і, як наслідок, нуклеозид.

У новій роботі Бекер запропонував схожий спосіб і для піримідинових нуклеозидів, сумісний з синтезом пуринів. Згідно з його гіпотезою, спо-

чатку існувало гетероциклічне з'єднання-попередник, який легко реагував з рибозою. Виникав нуклеозид, який не зустрічається у сучасній РНК. Присутність залізного каталізатора і сірководня у розчині викликала перегрупування атомів, і виникав цитозин. Цитозин, у свою чергу, міг легко перетворюватися на урацил.

Самі попередники нуклеозидів виникають завдяки волого-сухому циклу, коли хімічні реакції ініціюються через випаровування розчину при підвищеній температурі. Утворюються висококонцентровані розчини, де взаємодія реагентів стає термодинамічно вигідною. Такі цикли могли виникати при зміні дня і ночі або в гідротермальних джерелах.

## Як могло з'явитися життя на Землі



Питання виникнення життя на Землі досі вивчається науковцями.

Учені поділилися новими міркуваннями щодо появи життя на Землі.

За словами зарубіжних дослідників, падіння комет і астероїдів на планети підвищують вірогідність зародження життя на них. При цьому важливі сонячне освітлення, тепло, вода, вуглець, атмосфера і гравітація.

«Леткі речовини», до яких належить вуглекислий газ і вода, при низьких температурах в атмосфері починають кипіти, повідомляє [Newsyou.info](http://Newsyou.info). Такі речовини є не на кожній планеті, але можуть потрапити на них за допомогою астероїдів і комет.

За словами фахівців, дії астероїдів і комет від 60 футів до 20 кілометрів є дуже ефективними при доставці «летких». В результаті небесні тіла можуть додати більше атмосфери.

Вчені говорять — Земля мала густу і збагачену азотом атмосферу, проте через період значна її частина пропала через удари від падіння астероїдів і комет.

Раніше ми писали, що глобальне потепління, яке давно є загрозою для населення Землі, може викликати ряд захворювань, спричинених недоїданням через вплив тепла.

## Під водою могло зародитися життя на Землі

Учені висунули нову теорію про появу життя на Землі після проведення експерименту в глибоководних гідротермальних жерлах. Життя могло зародитися на Землі глибоко під водою.

Дослідники встановили, що підводні гідротермальні жерла створюють найоптимальніші умови для зародження живих істот. У них вода і мінерали кори Землі створюють тепле лужне середовище із вмістом водню, тобто утворюються хімічні сполуки з лугом, що забезпечує контакт водню з вуглекислим газом, і формуються складні органічні сполуки.

Така теорія дає можливість знайти життя на інших планетах з подібними океанами, вважають учені. Наприклад, такі глибоководні жерла є на Юпітері і Сатурні.



## Про роль Юпітера для життя на Землі

Місце розташування Юпітера у Сонячній системі вплинуло на формування життя на Землі.

Міжнародна група вчених з'ясувала, що місце розташування Юпітера у Сонячній системі відіграло одну з ключових ролей у формуванні життя на Землі.

Газові гіганти, займаючи певні орбіти, стабілізують траєкторії інших планет, створюючи оптимальні умови для появи організмів.

Дослідники змоделювали різні орбіти Юпітера, щоб подивитися, як газовий гігант вплине на витягнутість (ексцентриситет) орбіти Землі.

Якби ексцентриситет орбіти Землі дорівнював ексцентриситету орбіти Меркурія, то планета підходила б до Сонця ближче за Венеру, а віддалялася б до орбіти Марса, що унеможливило б життя на ній.

Дехто з учених вважали, що в різних планетних системах орбіти планет можуть бути абсолютно різними, а в Сонячній системі — найоптимальнішими для мешкання.



У трьох чвертях симуляцій упродовж 10 млн років Сонячна система розпадалася, оскільки Юпітер робив орбіти інших планет нестабільними, викидаючи небесні тіла в далекий космос або зіштовхуючи їх одне з одним.

У чверті моделей Земля залишалася придатною для життя.

На думку астрономів, результати суперечать гіпотезі рідкісної Землі, згідно з якою умови, що сприяють появі живих організмів, є унікальними у Всесвіті.

Більшість планет, які знаходяться на оптимальному віддаленні від рідної зірки, повинні мати відповідний ексцентриситет і є потенційно населеними.

## До розгадки головної таємниці Сонячної системи

Астрономи з Японії і США запропонували вирішення проблеми розташування планет Сонячної системи.

Коротко:

- чому Сонячна система розділена на дві частини;
- що таке протопланетний диск;



— як відкриття Дев'ятої планети може викликати переполюх у науковому співтоваристві.

Сонячна система має багато закономірностей у своїй структурі. Над деякими з них, зокрема, про розташування планет, вчені ламають голову вже сотні років.

Нове дослідження астрономів може пояснити, чому вісім відомих нам планет розділені порівну залежно від свого типу.

Якщо уявити Сонячну систему у вигляді стадіону з біговими доріжками, кожна планета займе своє місце на одній з восьми позицій, а Сонце розташується рівно в центрі стадіону.

Завдяки Загальній теорії відносності Ейнштейна, яка в цьому випадку збігається з геометрією нашого стадіону, ми знаємо, що чим далі планети будуть розташовані від Сонця — тим більше часу їм знадобиться для одного повного оберту навколо зірки.

Отже, Меркурій розташований на першій доріжці і обертається навколо Сонця швидше за інших — всього за 88 земних діб. Восьму доріжку займе абсолютний аутсайдер Нептун, який «пробіжить» одне коло цим уявним стадіоном за довгі 165 земних років. Навіть Уран, який завжди фінішує сьомим, робить це швидше на 80 років.

Розуміння швидкості руху планет навколо Сонця дозволяє вченим точно розраховувати періоди максимального зближення Землі зі своїми су-



сідками, відправляти розвідувальні зонди на інші планети, здійснювати гравітаційні маневри на космічних апаратах, досліджувати далекий космос за допомогою орбітальних телескопів тощо.

Але одна загадка цього стадіону досі залишається нерозв'язною: відстань між четвертою та п'ятою доріжками, що ніби ділить учасників нашого забігу на дві групи рівно навпіл. Крім того, перші чотири учасники (Меркурій, Венера, Земля, Марс) мають явно менші розміри й іншу структуру, на відміну від своїх великовагових суперників на доріжках № 5–8 (Юпітер, Сатурн, Уран, Нептун).

У січні 2020 року астрономи зі США і Японії опублікували дослідження, згідно з яким розгадка таємниці планет Сонячної системи може критися у народженні Сонця.



Фото: [dailymail.co.uk](http://dailymail.co.uk)

## Що дізналися вчені?

Рамон Брассер з Токійського технологічного інституту і Стівен Мойжсіс з Університету штату Колорадо у Боулдері написали роботу про «Поділ внутрішньої і зовнішньої Сонячної системи структурованим протопланетним диском». У ній вчені спробували з'ясувати, чому планети земного типу — Меркурій, Венера, Земля, Марс — розташовані у внутрішній частині Сонячної системи і мають кам'янисту структуру, на відміну від газових гігантів Юпітера і Сатурна, а також крижаних гігантів Урана і Нептуна. Останні чотири планети розташовані за поясом астероїдів, який відокремлює відносно близький нам Марс від зовнішньої частини Сонячної системи.

Брассер і Мойжсіс вирішили дізнатися, хто кидав останній камінь у цьому планетарному створінні і чому Сонячна система розділена рівно навпіл, залежно від типу планет. Автори дослідження називають цю особливість Сонячної системи «великим поділом», і насамперед вони перевірили попередні теорії, які могли б пояснити парадоксально нормоване розташування планет у космічному хаосі.

Багато хто з учених вважають, що причиною великого поділу є Юпітер — найбільша планета Сонячної системи, яка розташована відразу за поясом астероїдів. Річ у тім, що така велика планета могла діяти як гравітаційний бар'єр і перешкоджати проходженню газів та твердих космічних об'єктів ближче до Сонця.

Щоб перевірити це, Рамон Брассер і Стівен Мойжсіс розробили кілька комп'ютерних симуляцій, які дозволили змодельювати ситуацію із зародженням Сонячної системи і тим, яку роль у розташуванні планет відіграв Юпітер. Виявилось, що гравітаційних сил цієї планети було недостатньо для блокування кам'янистого матеріалу, який притягувало Сонце із зовнішнього космосу.

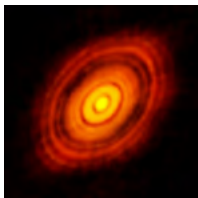


Фото: СС

Виключивши варіант з Юпітером, дослідники дійшли висновку, що за розташування планет у Сонячній системі відповідає так званий протопланетний диск або про-плід. Ця структура утворюється навколо молодого зірки і є щільною газопиловою матерією, яку притягує зірка.

Астрономи використовували дані телескопа міліметрового діапазону ALMA, розташованого в чилійській пустелі Атакама, і підтвердили, що навколо віддалених зірок у молодих зоряних системах часто можна спостерігати диск із газів з пилу, схожий на «око тигра».

Використавши ці дані, вчені припустили, що подібний про-плід міг стати причиною великого поділу і в Сонячній системі, близько 4,5 млрд років тому.

Відповідно до гіпотези авторів дослідження, протопланетний диск навколо молодого Сонця міг створити дві зони з високим і низьким тиском газу і пилу. Ці зони відповідали за розподіл матеріалів у Сонячній системі та призвели до появи земної групи планет і віддалених гігантів Юпітера і Сатурна.



Фото: СС

«Цей бар'єр у космосі, ймовірно, не був ідеальним. Деякий матеріал із зовнішньої Сонячної системи міг пробраться ближче до Сонця, всупереч поділу, і став важливим для розвитку нашого світу. Матеріали, які могли потрапити на Землю є летючими і багатими на вуглець, що дало нам воду та органіку», — каже Мойжсіс.

Експерти також вважають, що протопланетний диск складався з декількох кілець, що і дозволило газовим гігантам формуватися окремо від планет земного типу на більшій відстані від Сонця.

## Проблема газових гігантів

Інші моделі формування Сонячної системи також передбачають наявність протопланетного диска.

Наприклад, згідно з Небулярною гіпотезою, Сонце сформувалося з молекулярних хмар і, завдяки гравітації, решта матеріалу навколо нього стикалася одне з одним і утворила вже відомі нам планети, супутники, астероїди і комети. Проте, подібні моделі не можуть пояснити появу газових гігантів.

Для формування з щільної матерії навколо молодого Сонця потрібно було кілька мільйонів років. За цей час у молодій Сонячній системі вже зникли легкі гази, з яких складаються Юпітер і Сатурн.

«Планети-гіганти формуються дуже швидко, за кілька мільйонів років. Це створює обмеження в часі, оскільки газовий диск навколо Сонця проіснував усього 4–5 млн років», — пояснює дослідник з Південно-Західного дослідницького інституту в Боулдері.

Ймовірно, через нестабільність протопланетного диска, щільні хмари пилу і газу могли почати взаємодіяти одне з одним ще під час формування Сонця. Це б дозволило їм об'єднатися у планети набагато швидше, ніж поки гравітація Сонця почала зіштовхувати об'єкти між собою.

Уолш вважає, що газові гіганти могли сформуватися лише за тисячу років, що дозволило б їм утримати легкі гази у ранній Сонячній системі. Ці планети також відносно швидко набрали масу, яка визначила їх віддалену орбіту відносно Сонця.

Ще одна проблема з газовими гігантами — відстань між ними. Навіть якщо врахувати ідеальні умови для формування газових гігантів у ранній Сонячній системі — зараз їхні орбіти мають бути набагато ближче до Сонця. Відповідь на це питання астрономи знайшли у вивченні екзопланет в інших зоряних системах.

Виявилось, що навіть найважчі об'єкти можуть переміщатися на відносно великі відстані внаслідок формування зоряної системи.

Запропонована на початку 2000-х років модель Ніцци говорить, що на зорі Сонячної системи планети-гіганти були розташовані набагато ближче одне до одного, але через активність каменів і льодів у розсіяному протопланетному диску відстань між ними збільшилася.

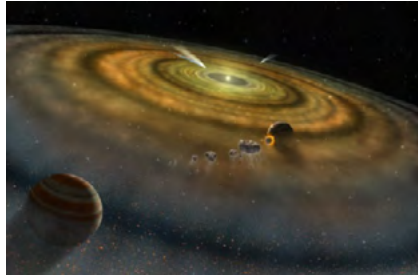


Фото: [dailymail.co.uk](http://dailymail.co.uk)



Фото: CC

Так планети земного типу перемістилися ближче до Сонця, а планети-гіганти, навпаки, віддалилися вглиб Сонячної систем.

Згідно з моделлю Ніцци, згаданий аутсайдер — Нептун міг переміститися приблизно на 1,5 млрд км від свого початкового положення і опинитися таким чином на задвірках нашого стадіону, пробігаючи навколо Сонця набагато довше, ніж будь-яка інша планети.

## Не Нептуном єдиним

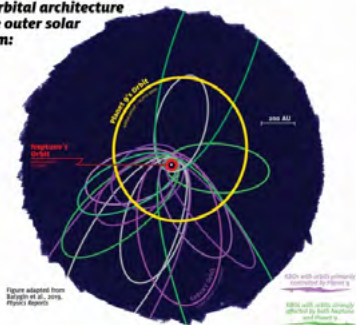
Існує велика ймовірність того, що описані вище теорії доведеться переглянути, адже кілька років тому астрономи оголосили, що у Сонячній системі може існувати ще одна планета. Ні, йдеться не про Плутон, якого Міжнародний астрономічний союз 2006 року визначив як карликову планету.

Вчені Майкл Браун і Костянтин Батигін помітили, що за орбітою Нептуна, на самому краю Сонячної системи, розташований об'єкт, що приблизно у п'ять разів важчий за Землю. Астрономи визначили це, аналізуючи скупчення крижаних тіл, які піддаються гравітаційному впливу невидимого нам об'єкта, — ймовірно, Дев'ятої планети або так званої Планети X.

Цю заяву підтвердило і викривлення світла від віддалених космічних об'єктів, яке може відбуватися через вплив Дев'ятої планети.

Браун і Батигін підтвердили, що гіпотетична планета розташована на відстані приблизно в 400 астрономічних одиниць від Сонця. Для порівняння, відстань від Землі до Сонця становить всього одну а. о. або близько 150 млн км.

**The orbital architecture of the outer solar system:**



**The planets, to scale:**

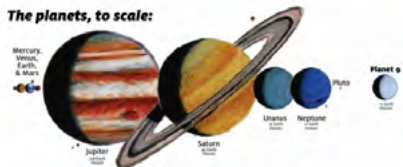


Фото: James TuttleKeane / Caltech

Судячи з розташування і груп об'єктів, які її оточують, Дев'ята планета — це холодний газовий гігант, ядро якого складається з металів і силікатів, упакованих зверху в міцні льоди. Якщо у планети є атмосфера — вона має складатися з водню і гелію, а також часток водяного і метанового льоду.

Основна перешкода у виявленні цієї планети — сонячне світло, яке не доходить на таку відстань і не дозволяє сучасним телескопам засікти відображення від віддалених об'єктів. Автори цієї гіпотези впевнені, що на об'єкти у поясі Койпера впливає саме гравітаційне поле Дев'ятої планети, і ймовірність відсутності цього об'єкта там становить всього 0,2 %.

«Будучи у п'ять разів важчою за Землю, Дев'ята планета дуже нагадує типову екстра-сонячну суперземлю. Це ланка сонячної системи у формуванні планет. Дослідження об'єктів далеко від Сонця за останні 10 років показали, що планети подібного розміру дуже часто зустрічаються навколо інших схожих на Сонце зірок. Дев'ята планета буде найближчим об'єктом, який допоможе нам вивчати властивості типових планет в галактиці», — говорив Майкл Браун.

У своєму недавньому інтерв'ю відомому відеоблогеру Юрію Дудю інший автор гіпотези про Дев'яту планету Костянтин Батигін заявив, що для її пошуку вони використовують телескоп Субару Національної обсерваторії Японії, який розташований на піку гори Мауна-Кеа на Гавайських островах і оренда якого коштує приблизно \$20 тис. за одну ніч.

«Коли ми отримаємо перші фото цієї планети — це стане фактом і відкриє безліч нових наукових питань. З одного боку, я хотів би бути першим, хто побачить світло від Дев'ятої планети, але було б набагато краще, якби хтось зміг відкрити її швидше, ніж чекати цього десятиліттями», — розповів БатигінДудю.

Звичайно, Дев'ята планета і в подальшому може залишитися лише гіпотетичним об'єктом, але якщо її все ж таки виявлять — вона може допомогти астрономам дізнатися більше про народження Сонячної системи і те, що вплинуло на розташування планет навколо Сонця.

## Біологічна смерть — це не кінець існування

Квантова механіка підтверджує існування душі після смерті тіла.

Учені, які займаються квантовою механікою, упевнені, що біологічна смерть — це не кінець існування.

Душа, як переконані дослідники, залишає тілесну оболонку після її смерті і продовжує існувати на квантовому рівні, передає Planet-today.



«Якщо наслідувати постулати квантової фізики, то нічого не заважає тій суті, яку прийнято називати душею, існувати і після біологічної смерті. Тобто, свідомість людини може продовжувати існувати навіть після смерті і повного розкладання тіла», — зазначає доктор Стюарт Хамерхофф, співробітник Університету Арізони (США). Хамерхофф, а також британський фізик Роджер Пенроуз, вважають, що людська свідомість — це інформаційна суть, яка існує на квантовому рівні.

Конкретним сховищем цієї квантової інформації є підоснова, на білкових структурах, мікро-трубки, які після смерті тіла поширюються по Всесвіту.

«У випадках, коли люди переживають клінічну смерть, вони на якийсь час втрачають квантову інформацію, яку можна вважати душею. Але якщо реанімувати тіло, то ця квантова інформація повертається до них. От тут і виникають вельми цікаві явища, які прийнято називати передсмертними переживаннями.

Якщо свідомість може існувати на квантовому рівні поза тілом, то люди фактично є безсмертними», — роблять висновок учені.

## Ким була перша тварина на Землі

Дослідження включало інформацію про звички живлення усіх хребетних.

Біологи-еволюціоністи з університету Арізони зібрали дані про понад 1000 існуючих видів, щоб проаналізувати розвиток раціону у тваринному світі. Дослідження включало детальну інформацію про звички живлення хребетних — від людей до качок і жуків.



Потім дослідники створили філогенію усіх істот, аби визначити, чим живилися їхні предки.

Аналіз показав, що перша багатоклітинна тварина, ймовірно, була м'ясоїдом. Цей висновок суперечить попереднім дослідженням, на підставі даних про копальні, які припускали, що древні тварини були травоядними.

Вчені зазначають, що перше «м'ясо» сильно відрізнялося від того, що ми вважаємо м'ясом сьогодні.

Древній хижак міг живитися протистами, які не є рослинами, тваринами або грибами.

Невідомо, як могла виглядати ця істота, яка мешкала на планеті понад 800 мільйонів років тому.

Дехто з науковців стверджує, що перший багатоклітинний організм був нерухомим фільтром, схожим на мікроскопічну губку. Інші говорять, що перший хижак пішов від крихітного протіста, що плавав у воді, поїдаючи бактерії.

У кожному разі, на думку експертів, потрібні подальші дослідження з масштабнішим набором даних, аби зробити вірний висновок про морфологію першого у світі хижака.

## **Еволюція людини відбувалася у різних екосистемах**

Учені спростували популярну гіпотезу про еволюцію людей.

Учені Університету штату Юта (США) дійшли висновку, що еволюція людини відбувалася в екосистемах, які вельми відрізняються від сучасних.

Отже, вони ставлять під сумнів версію, що предки *Homo sapiens* жили в умовах, аналогічних африканському екорегіону Серенгеті. Про це повідомляється у прес-релізі на [Phys.org](http://Phys.org).

Дослідники проаналізували дані про понад 200 сучасних співтовариств ссавців у Африці і понад 100 зниклих співтовариств, що існували в останні сім мільйонів років у східній частині континенту. Виявилося, що раніше 700 тисяч років тому співтовариства ссавців сильно відрізнялися від тих, що живуть зараз. Наприклад, вони характеризувалися наявністю великої різноманітності рослинної мега-фауни (наприклад, слони), проте при цьому переважали не жуйні тварини, як зараз.

Древні тварини споживали велику кількість рослинності, що сприяло низькому поширенню пожеж. Близько мільйона років тому співтовариства стали більше нагадувати сучасні.

Можливо, це є результатом поширення пасовищ у поєднанні з посушливим кліматом. Це, у свою чергу, призвело до зростання чисельності жуйних тварин.

## **Розквіт нових видів живих істот**

Розквіт життя на Землі вчені пов'язали з велетенським астероїдом.

Астрономи з Лундського університету у Швеції виявили сліди космічної катастрофи, що викликала на Землі льодовиковий період 470 млн років тому. Зміна клімату спричинила розквіт нових видів живих істот, повідомляє [Science Advances](http://ScienceAdvances).



За даними науковців, на той час у Сонячній системі існував велетенський астероїд, у три тисячі разів більший за той, що знищив динозаврів. Наблизившись до орбіти Марса, він врзався в інше космічне тіло, через що виникли величезні хмари пилу. Вони виявилися настільки великими, що досягли Землі і затулили її від сонячного світла. В результаті температура на планеті різко впала. Крижані шапки розрослися, рівень Світового океану знизився, через що виникли ізольовані мілководні моря.

Такі водойми, зазначили вчені, — ідеальні для зародження нових видів. Крім того, холодна вода більш насичена киснем, що також важливо для живих істот. Саме у той час почали рости перші коралові рифи, а в морях з'явилися головоногі молюски — наутилоїдеї.

Вчені проаналізували частки пилу у відкладеннях морського дна тієї епохи і виявили значні кількості ізотопу гелію-3. Такий «компонент» міг надійти тільки від великого космічного тіла.

Теорія про вибух астероїда «зв'язує разом багато спостережень», зазначають учені. Дослідження важливі і для сучасної науки.

Дехто з експертів у якості боротьби з глобальним потеплінням пропонує створити «штучні хмари», які б затулили Сонце. Однак цей проект може спричинити непередбачувані побічні ефекти.

Як показали наукові дані, щось подібне вже сталося в історії Землі сотні мільйонів років тому, і в результаті відбулися значні зміни клімату і еволюції життя. «Це, безумовно, варто мати на увазі найближчими роками», — підкреслили автори.

Раніше у Південній Африці знайшли сліди падіння астероїда, який викликав масове вимирання 12 тисяч років тому.

На думку експертів, тоді постраждали і племена первісних людей.

## Що стало причиною «Великого вибуху»

Теорія Великого вибуху припускає, що наш Всесвіт виник близько 13,8 млрд років тому від величезного спалаху, що став початком простору і часу.



Група фізиків вважає, що розкрила таємницю того, що саме започаткувало Великий вибух. Нова модель Великого вибуху імітує ранній Всесвіт до його нескінченного розширення, коли він існував лише частки секунди.

Дослідники з Масачусетського технологічного інституту вважають, що усунули розрив між двома моделями холодного і гарячого стану



Всесвіту — перехідний період, названий «розігріванням», — це те, що першим перетворило спалах на Великий вибух.

Перш ніж Великий вибух набув форми повільної, такої, що постійно розширюється, вогняної кулі гарячої матерії, йому передував період, відомий як космічна інфляція. Це було «жорстоке і блискавичне пекло», що тривало всього трильйонну частку секунди. Проте до недавнього часу учені не могли пояснити, як один процес призвів до іншого.

За словами фізика Масачусетського технологічного інституту Девида Кайзера (David Kaiser), нагрівання перетворило холодну речовину космічної інфляції на гарячий суп Великого вибуху. «Це той самий момент, коли усе пекло вийшло з берегів, а матерія поводитися зовсім непростю», — підкреслив він.

## Що було до Великого вибуху, що ж було до цієї події?

Сьогодні теорія Великого вибуху є загальноновизнаним фактом. Знехтувавши всіма деталями, пов'язаними з ним, постає інше питання: що ж було до цієї події?

Група міжнародних дослідників запропонувала свою версію. На сьогодні є кілька теорій, що насправді відбувалося 13,8 млрд років тому.

Всесвіт виник з мікроточки, рівної стамільярдній розміру протона.

Перед створенням світу був період інфляції, коли безліч часток надвисокої енергії безладно поширювала-ся з неймовірною швидкістю. Матерія в цей час була холодною масою без конкретної форми.

За мить стався щонайпотужніший вибух вселенського масштабу, він і сформував матерію у такому вигляді, в якому вона відома сьогодні.

Експерти з Голландії і Масачусетського технологічного інституту вивели ще одну зв'язуючу фазу — «розігрівши».

У різних точках простору гравітація працювала по-різному: сила могла працювати у зворотному напрямку, вона коригувалася квантовими ефектами. Завдяки цьому гарячий Великий вибух зумів вийти з крижаного періоду інфляції.

Незважаючи на ці теорії, наука, як і раніше, не знає точної історії формування Всесвіту.



## Що було до Великого вибуху?



Фізики описали, що було до Великого вибуху.

Група вчених із США і Нідерландів припустила, що в момент перед Великим вибухом існували екзотичні частинки і гравітація діяла по-іншому.

Коротко:

- що могло бути до Великого вибуху;
- яка екзотична матерія може пояснити появу Всесвіту;
- які дослідження зроблять наші закони фізики і геометрії неправильними.

Близько 13,8 млрд років еволюції Всесвіту призвели до того, що зараз ви, перебуваючи на околиці Чумацького шляху в надскупченні галактик Ланіакей, читаєте цей матеріал.

Очевидно, що Всесвіт у якійсь формі існував і до цього часу, але наш космічний календар ведеться саме від такої точки відліку: прийнято вважати, що дещо менше, ніж 14 млрд років тому стався Великий вибух, після якого весь простір почав невблаганно розширюватися.

Що було до цього — не знає ніхто. Але, фізики із США і Нідерландів недавно запропонували модель, яка описує, чому стався Великий вибух і що було до нього.

Вчені вважають, що у Всесвіті існує певна екзотична матерія — інфлятони, — яка мала достатню кількість енергії для нагріву частинок у стислому просторі до Великого вибуху.

Правда це чи ні — поки невідомо. Але, теорію можна довести, якщо в майбутньому астрофізики знайдуть частки такої матерії десь у Всесвіті.

Тим часом, нам залишається вірити, що планета Земля, як і все живе на ній, є похідними від частинок, які виникли із сингулярності і продовжували свій розвиток упродовж мільярдів років.



*Фото: SciencePhotoLibrary*

Звичайно, на такому рівні не менш логічними виглядають версії про те, що: осяжний нами Всесвіт є частиною величезної симуляції, як у фільмі Матриця; життя на Землю принесли надцивілізації, які спостерігають за нами, як за піддослідними тваринами; або, насамкінець,

весь простір навколо — справа рук всемогутньої істоти, з якою ми зустрінемося після смерті.

У астрофізиків щодо цього інша думка: реліктове випромінювання, квазари, пульсари, галактичні філаменти та інші складові Всесвіту доводять, що все не так просто, і кожна частинка має своє призначення у величезній солянці із зірок, галактик, чорних дір і всього, що їх оточує.

Що стало причиною появи цієї солянки — намагаються з'ясувати американські та голландські фізики.

## Що було до Великого вибуху?

Група дослідників з Інституту теоретичної фізики в Лейдені і Масачусетського технологічного інституту розробила симуляцію найважливішого періоду в зародженні Всесвіту і опублікувала результати свого відкриття у науковому журналі *Physical Review Letters*.

Автори роботи припустили, що відбувалося перед Великим вибухом і так званою сингулярністю — початковим етапом існування Всесвіту у формі нескінченно малої точки з дуже високою щільністю речовини.

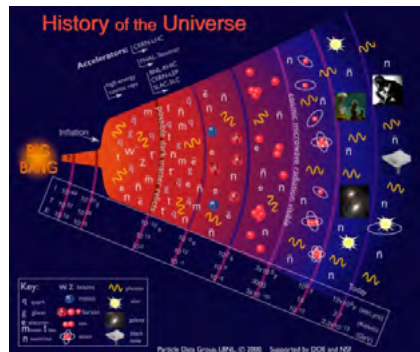
Вчені вважають, що після того, як Всесвіт вперше розширився з нескінченно малої точки приблизно в октиліон разів (одиниця з 27 нулями), але при цьому все одно залишився надзвичайно малим і щільним, настав так званий період повторного нагріву або пост-інфляційний період.

Саме у цей період Всесвіт був неймовірно холодним, і для його подальшого розширення (власне, Великого вибуху) і появи елементів водню, його мали нагріти додаткові, поки невідомі нам частки, або ще одна екзотична матерія.

Фізики дізналися про це, змоделивавши період повторного нагріву за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Комп'ютерна симуляція показала, як енергія всередині первісного Всесвіту може змінюватися і які властивості тоді виявляла гравітація.

«Наукове співтовариство майже 40 років намагається знайти відповіді на питання, що стало причиною розширення і як нагрівався Всесвіт на самому початку. У більшості випадків, популярні моделі виключаються. Наша конкретна модель демонструє цю складну систему і показує, як може з'явитися гарячий Всесвіт, у якому енергія



Фотом: [stoccolmaaroma.it](http://stoccolmaaroma.it)

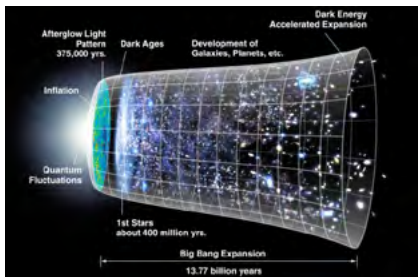
ефективно виводиться з інфляційного поля і формуються частинки», — говорить один з авторів дослідження доцент кафедри фізики Том Джіблін.

Згідно з одержаною моделлю, в період повторного нагріву Всесвіту через величезну кількість енергії, з'явилися деякі окремі частинки, які стикалися між собою, створюючи ще більший імпульс і додаткову енергію, що й забезпечило умови для Великого вибуху.

У якості відсутньої частки, яка мала відповідати безпосередньо за додаткове енергетичне поле, фізики ввели у свою модель симуляції екзотичну матерію — інфлятони. Схожі за своєю природою з революційним відкриттям сучасної фізики — бозоном Хіггса, інфлятони, за певних умов, рівномірно розподіляли енергію і створювали достатню кількість інших частинок для нагріву Всесвіту і Великого вибуху.

«Коли ми вивчаємо ранній Всесвіт — ми експериментуємо з частинками при дуже і дуже високих температурах. Перехід від періоду холодної інфляції до гарячого періоду — це те, що має містити деякі ключові докази існування частинок при цих надзвичайно високих енергіях», — пояснює Джіблін.

Як і у світі квантової механіки, головною загадкою для фізиків залишається те, як діє гравітація на субатомному рівні, на якому існував Всесвіт під час свого народження.



Щоб модель періоду повторного нагріву працювала, вчені визначили, що силу гравітації потрібно значно збільшити, — лише тоді інфлятони ефективно передавали енергію і створювали різноманітність гарячих частинок, необхідних для Великого вибуху.

Існування інфлятонів, як і альтернативний вплив гравітації, не доведено експериментально, тому робота фізиків зі США і Голландії

залишається лише однією з численних теорій, в принципі, як і теорія Великого вибуху.

Чи варто вірити у Великий вибух?

Очевидно, у Великий вибух, як і в еволюційну теорію Дарвіна, вірять далеко не всі люди. Але, для більшості космологів і тих, хто наближений до цієї науки, Великий вибух — це вже загальноприйнята модель раннього розвитку Всесвіту.

Щоправда, слід враховувати і той факт, що космологія як наука визначилася лише у першій половині ХХ століття. До цього через брак фактологічних даних багато вчених сприймали її на рівні спекуляцій і необґрунтованих теорій.

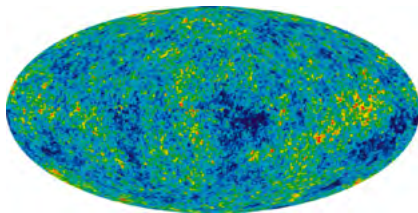
Ключові відкриття у космології, завдячуючи рішенням рівнянь Ейнштейна, які підштовхнули фізиків до ідеї про сингулярність, зміщення галактик, відкрите Едвіном Хабблом і, нарешті, Великий вибух, були визначені менше 100 років тому.

Сучасні дослідження про реліктове випромінювання, формування структури Всесвіту, темної матерії тощо, які підтвердили і розширили попередні напрацювання, взагалі відбулися в останні 50 років, а цього року фізик Джеймс Піблс отримав за них Нобелівську премію.

На сьогодні ключовим доказом Великого вибуху і розширення Всесвіту стало відкриття реліктового випромінювання — мікрохвильового фону, який залишився від речовини, що виникла на ранніх етапах формування Всесвіту. Це випромінювання демонструє гарячі і холодні області у первісному Всесвіті.

Вивчаючи реліктове випромінювання, процеси формування і поширення частинок, вчені запропонували ідею про Великий вибух і його приблизні тимчасові межі —  $13,830 \pm 0,075$  млрд років.

Цікаво, що первинне розширення Всесвіту і Великий вибух не є остаточними процесами формування: за даними вчених, Всесвіт продовжує поступово розширюватися і зараз. Це розширення описує ще одна, цього разу інфляційна модель Всесвіту.



Модель Великого вибуху також передбачає, що весь простір навколо нас є нескінченним. Проте щодо цього існують деякі розбіжності. По-перше, вчені досі не можуть визначитися з точною швидкістю розширення Всесвіту, — параметра, який може перевернути наше розуміння космічних відстаней і змінити багато постійних у сучасній астрофізиці.

Ну, а по-друге, у 2019 році група вчених з Англії, Італії і Франції опублікувала дослідження, згідно з яким Всесвіт давно перестав розширюватися, і зараз являє собою замкнутий сферичний простір. Астрофізики дійшли таких висновків, проаналізувавши дані згаданого реліктового випромінювання.

За підрахунками вчених, щільність матерії у Всесвіті дещо вища, ніж вважалося раніше, і тому, в інфляційній моделі має переважати гравітація, яка нібито закрила весь простір навколо нас у замкнуту сферу. Противники цієї теорії говорять, що справа лише у похибці в розрахунках, оскільки реліктове випромінювання — це величезний масив даних, які практично неможливо розшифрувати на 100 % точно.

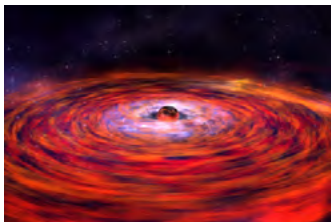


Фото: esa.int

Та хоч би як там було, якщо автори дослідження про замкнутий Всесвіт мають рацію — це ставить під загрозу не лише діючі космологічні теорії, а й закони фізики і геометрії.

Не факт, що в існуючій інфляційній теорії Всесвіту вчені не врахували ще якусь екзотичну матерію, яка урівнювала б дію гравітації і підтвердила, що простір дійсно нескінченний.

## **Що таке екзотична матерія і чому вона така важлива?**

Як інфлятони, запропоновані фізиками зі США і Нідерландів, так і будь-які інші гіпотетичні речовини з властивостями, необхідними для проведення хоча б теоретичних експериментів, називають екзотичною матерією.

Серед найпоширеніших видів екзотичної матерії вчені виділяють космічні струни — можливий об'єкт, що має діаметр найменшої частинки (приблизно діаметр протона), але може розтягуватися на величезні космічні відстані у десятки парсек (один парсек = 3,26 світлових років або 30,8 трлн км).

Оскільки ці струни дуже щільні і навіть кілька їх міліметрів можуть важити мільйони тонн, дехто з фізиків вважає, що вони можуть стабілізувати чорні діри і кротові нори, дозволяючи нам моментально переміщатися на великі відстані у просторі-часі.

Схожа за властивостями екзотична матерія з негативною масою або енергією фігурує практично в усіх теоріях про гіперпросторові стрибки та рух на близькосвітлових швидкостях.

Ще однією екзотичною матерією, яка потенційно може пояснити природу гравітації на субатомних рівнях і допомогти вченим знайти відмінності між матерією і антиматерією, є позитроній. По суті це екзотичний атом, який складається з позитрона і електрона одночасно.

Попри те, що частинки екзотичної матерії існують лише в теорії, оскільки вони не складаються з баріонів — звичних нам найдрібніших частинок, які неможливо розщепити, — у 2016 році Нобелівську премію з фізики вручили саме за дослідження екзотичної матерії. Британець Дункан Хелдейн і американці Девід Тулесс і Майкл Костерлітц отримали нагороду за вивчення незвичайних фаз і станів речовини.

Наприклад, охолодивши речовину до температур, близьких до абсолютного нуля, фізики змогли досягти електричної надпровідності та інших екзотичних властивостей.

## Нова гіпотеза народження планет

Злипання часток пилу у зародок майбутньої планети полегшують електростатичні сили.

Зародки планет з'являються у щільній газопиловій хмарі, що оточує молоду зірку. Стикаючись і злипаючись одна з одною, частки пилу утворюють тіла дедалі більш великих розмірів. Проте перші етапи їх народження пов'язані з труднощами. Моделювання показує, що, досягши величини близько міліметра, тверді і швидко рухомі частки просто відскакують одна від одної, не утворюючи більших фрагментів.



Можливо, здолати цей перший «бар'єр відштовхування» (bouncingbarrier) їм допомагає електростатичне тяжіння накопичених порошинками зарядів. Такого висновку дійшли автори нової статті, опублікованої в журналі Nature Physics, передає Naked Science. Для цього Герхард Вурм (Gerhard Wurm) і його колеги поставили експерименти з крихітними — 0,5 міліметра в діаметрі — скляними сферами.

Зіткнення кульок дозволили імітувати динаміку часток у протопланетному диску.

Гравітація Землі занадто велика і різко міняє їхню поведінку, тож аби позбавитися її впливу, дослідники проводили у 120-метровій вежі Fallturm Бременського університету, у камері, яка підкидалася до вершини і вільно падала вниз разом з усією вимірювальною апаратурою. Упродовж приблизно дев'яти секунд падіння система була вільною від гравітації.

Перед запуском установки скляні кульки активно перемішувалися, щоб імітувати звичайне тертя часток у протопланетній хмарі. В результаті на них накопичувалися електричні заряди. Потім, уже в падінні, завдяки їм сфери притягувалися одна до одної і утворювали «згустки», деякі з яких налічували понад 1000 часток.

Аналогічні дослідники поставили з мікросферами з базальту, ближчого за складом до справжніх часток протопланетного диска. Вони накопичували ще більше заряду і притягувалися ще сильніше. Судячи з усього, саме ця проста електростатика дозволяє зародкам планет долати «бар'єр відштовхування» і розвиватися далі.

## Перші зірки Всесвіту формувалися занадто швидко — учені

Дослідники виявили хмару газу, яка утворилася через 850 млн років після Великого вибуху.

Формування перших зірок відбувалося набагато швидше, ніж вважали науковці.



Учені заявили про те, що формування перших зірок Всесвіту відбувалося набагато швидше, ніж припускають сучасні моделі. Дослідники виявили незвичайну хмару газу, яка з'явилася усього через 850 млн років після Великого вибуху, повідомляє Science Alert.

На думку вчених, перші зірки Всесвіту з'явилися через 100 млн років після Великого вибуху. А ось процес, завдяки якому вони утво-

рилися з первинного супу, довго залишається загадкою для дослідників.

Тепер же астрономи виявили хмару газу, світло від якої йшло до Землі 13 млрд років. Воно нагадає молоді хмари газу, які утворюються після вибуху і смерті зірки. Тобто вже через 850 млн років, після Великого вибуху, у Всесвіті існували зірки, які жили і помирали.

В ході дослідження вчені спостерігали за квазаром P183 05 і помітили щось незвичайне у світлі, яке виходило від нього. Виявилось, що перед квазаром розташовується хмара газу і пилу, а проходження світла об'єкта через нього дозволило визначити склад хмари.

Одразу після Великого вибуху Всесвіт не відрізнявся різноманітністю. У ньому існували лише водень і гелій. Так тривало доти, доки не почали формуватися перші зірки, у ядрах яких утворювалися нові елементи. Коли ж ці зірки завершували своє життя і вибухали найновішими, з'явилися важкі елементи. А потім формувалися нові покоління зірок. Чим молодше світило, тим більше металів у його складі.

Проаналізувавши склад газу, дослідники з'ясували, що він не відповідає складу зірок першого покоління. Ймовірно, що між подібними зірками і хмарию знаходилося ще одне покоління світил. Тобто, перші зірки Всесвіту формувалися набагато швидше, ніж припускали учені.

Якщо відкриття дослідників підтвердиться, існуючі космологічні моделі доведеться переглянути.



## Про нову гіпотезу формування Місяця

Аналіз вмісту ізотопів олова у місячних породах, які доправили на Землю американські астронавти у ході місії «Аполлон», показав, що наш супутник втратив деякі зі своїх летючих елементів за той час, коли Місяць був хмарою з пару, — речовиною на орбіті нашої планети, а не розплавленим об'єктом, покритим океаном магми. Висновки вчених представлені в журналі Nature Geoscience.

Вважається, що Місяць утворився приблизно 4,5 млрд років тому після зіткнення Землі з планетарним зародком розміром з Марс, у результаті якого в космос було викинуто велику кількість речовини, що утворила на орбіті нашої планети хмару з пари і магми.

Зразки, зібрані під час місії «Аполлон», використовуються вченими для реконструкції історії цього «гігантського зіткнення».

Нині відомо, що Місяць має хімічний склад, вельми подібний до земного. Тим не менш, є кілька відмінностей, які можна використовувати, аби розкрити таємницю народження нашого супутника.

Суть полягає в тому, що на Місяці немає летючих елементів.

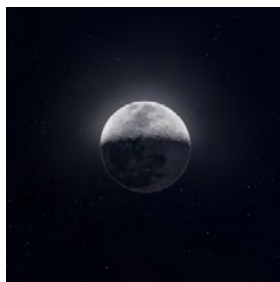
«У нашій роботі ми використовували ізотопи олова, елемента, який має більш низьку концентрацію на Місяці, ніж на Землі.

Результати показали, що втрата летючих елементів сталася, коли Місяць перебував на стадії хмари, що містила краплі магми, з температурою приблизно 2,5 тис. градусів», — пишуть автори дослідження.

Раніше вважалося, що ця втрата відбулася після формування Місяця, на стадії, коли він «світився розплавленою кулею», покритою океаном магми. Однак вміст ізотопів олова не узгоджується з таким припущенням, позаяк передбачена кількість для магматичного океану не відповідає отриманим даним.

«Отже, наші результати пропонують інший погляд на те, як розвивався молодий Місяць», — підсумовують автори дослідження.

Джерело: <http://www.ukurier.gov.ua>



## Про намір відмовитися від закону гравітації Ньютона



Фізична академічна наука вже подібна до художньої літератури. У її арсеналі незримо присутні досить стандартні сюжети. Наприклад, весь світ, що оточує нас, складений з атомів і світла. Чи основні закони природи однаково добре застосовуються скрізь, де б не знаходився спостерігач.

І неважливо, які системи ми розглядаємо — молекулу або галактику. До того ж, ми чекаємо, що якщо вимірюватимемо різними методами одне і те саме явище, все одно отримаємо однаковий результат.

З так званою «темною матерією» проблема відкривається уповні: якщо використати одну методологію, то виходить, що вона як би є і її якось можна помацати. При обранні ж іншої методології необхідність існування «темної матерії» і енергії здається абсурдною з наукової точки зору.



Все залежить і від позиції спостерігача, і дослідника, якому, аби щось довести, треба це «щось» хоча б виміряти.

А є ще третій підхід, який свідчить, що близько 5/6 маси Всесвіту складається з невідомих науці часток. Вони не взаємодіють з відомими нам астрономічними об'єктами, не сприймають світло, принаймні, у тій проєкції, яка нам відома і яку ми вимірюємо.

Що з цього виходить?

По-перше, те, що ідея, теорія — первинна. Ми робимо дослідження, щоб довести її або спростувати. Але навіть якщо ми спростовуємо її, то не завжди відмовляємося. Особливо коли вона існує у форматі довільної математичної моделі, перевірити яку неможливо в принципі.

По-друге, відносність вимірів і відносність поглядів спостерігачів не означає, що над ними має домінувати зведення академічних стигматів, по суті своїй, залежних від рівня фінансування університетських кафедр і спеціалізованих інститутів.

Феномен наукової парадигми саме й полягає у тому, що та або інша методологія визнається науковим співтовариством у якості істини, що не означає істини наукової.

А зміна парадигми, навіть якщо відбувається, то лише після фізичного відходу одного покоління учених.

По-третє, у рамках вказаних особливостей «фізичного» мислення виходить, що при пошуку «темної матерії» і невідомих «часток» ми апелюємо до маси, вважаючи її абсолютною величиною. А якщо на додаток ми ще й помиляємося, неправильно обчислюючи і масу галактик, і масу Всесвіту в цілому? Хто сказав, що наша методологія вірна?

І останнє. Необхідно відмовлятися від релігійного поняття «абсолютне» у фізиці, астрономії, хімії, науці взагалі. Все відносно, включаючи наші знання і підходи.

Згідно з прийнятими моделями, усі галактики мають бути вбудовані у деяке загальне гало, щільність якого досягає максимуму в галактичних центрах.

За досить тривалих тимчасових масштабів, можливо, мільярд років, одна з часток «темної матерії» з околиці гало завершить один оберт навколо цієї мега-системи.

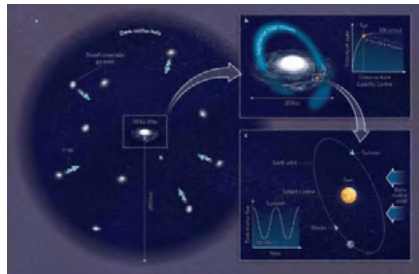
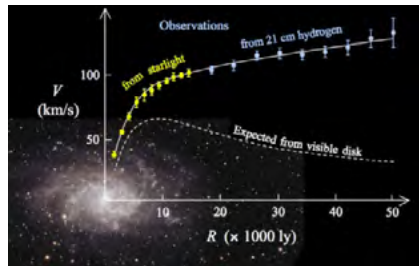
Ефекти газу, зворотного зв'язку зореутворення, найновіших і радіації ускладнюють це середовище, бо надзвичайно важко «витягнути» універсальні уявлення про темну матерію.

Інакше кажучи, нам хочеться вірити, але ми не можемо довести її реальність навіть теоретично.

Крім того, традиційний підхід до цієї проблеми полягав у тому, що чомусь речовину видимої частини Всесвіту відносять до одного кошика, з відповідними фізичними законами, а невидима частина скидається в інший кошик, з іншою фізичною природою.

Тобто, якщо є щось, окрім протонів, нейтронів і електронів, складових Всесвіту, їхні гравітаційні ефекти не обов'язково проявляються у видимій сигнатурі світла.

Але інший варіант — змінити закон гравітації.

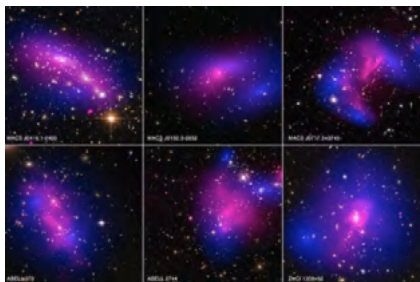


Якщо ви просто додаєте додаткову змінну до закону гравітації Ньютона, який визначає мінімальний масштаб прискорення, ви можете пояснити, як галактики обертаються без ідеї темної матерії. У такому разі можна описати увесь видимий спектр Всесвіту, не притягаючи в якості додаткового елемента «зайву» масу.

Хоча спроби модифікувати закон гравітації Ньютона досі виявилися безрезультатними, ньютоністська версія космології вже мало кого влаштовує.

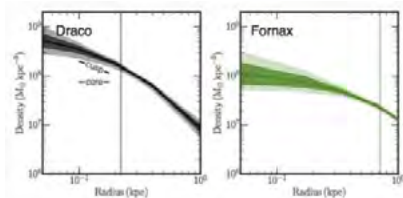
Теоретично виходить так, що без прямого виявлення частки, що відповідає за «темну матерію», розмова на цю тему даремна.

Але це ж означає, що існує безліч альтернативних теорій, які, щоправда, не приймаються науковим співтовариством. З вищезгаданих міркувань.



Та слід визнати: гіпотеза про темну матерію житиме доти, доки не отримають космологічний доказ її відсутності. Поки ж не можна а ні спростувати, а ні довести її існування.

Як фіксувати фізично незвичні явища учені також не знають. Тому усі розмови зводяться до того, що перед нами найпростіший спосіб логічного (не наукового у строгому значенні цього слова) пояснення.



Проблема модифікаційних варіантів класичного закону гравітації полягає в тому, що вони «працюють» на малих зоряних системах, включаючи галактики-карлики, але програють при моделюванні великих галактик/галактичних скупчень.

Великі відстані і тривалий час вимагають додаткового наукового інструментарію, якого у нас, на жаль, немає.



Проте якщо закон гравітації дійсно відрізняється від Загальної теорії відносності Ейнштейна, то він має однаково доречно застосовуватися до усіх галактик за будь-яких умов.

Тобто, якщо вибрати дві галактики з приблизно однаковими масами і масою-функцією-радіусом,

то вони повинні мати ідентичний характер руху одна відносно одної. Навіть, якщо доведеться модифікувати закон гравітації.

Тож, якщо ми подивимося на дві галактики і побачимо, що вони не збігаються, або принаймні одна з галактик має втратити рівновагу або перебувати у стані постійної зміни, то її або закон і фізику гравітації необхідно модифікувати.

Цікавий ще один науковий фокус. Фізики упевнені, що лише «нормальна» матерія взаємодіє (тобто розсіюється) з фотонами, та водночас і вона, і темна матерія мають реагувати на радіаційний тиск.

Якби галактика утворювала зірки тільки дуже давно, а не постійно, то мало б бути багато темної матерії, що заповнює внутрішні області нашої зоряної системи. Зореутворення транслює масу з центру галактики на периферію. А це означає, що маси часток мають бути меншими, ніж вужчий зафіксований — гравітаційний потенціал просто так на папері не змінює.

Якби усі галактики демонстрували одну і ту ж гравітаційну поведінку, це було б перемогою модифікованої гравітації.

Але якщо ми зможемо простежити історії зореутворення цих галактик і якщо через них ці галактики виявлять різну гравітаційну поведінку, це визначатиме перемогу концепції темної матерії і удар по теоріях взагалі.

## Про теорію Ейнштейна

Ім'я Альберта Ейнштейна є синонімом інтелекту, своє місце у світовій науці він заслужив. Німецький учений за 10 років революціонував фізику, причому основні відкриття він зробив до тридцятирічного віку.

Фактично він сконструював абсолютно новий спосіб пізнання реальності, якщо взагалі не створив саму реальність.

Якщо до нього світ сприймався як фіксована мережа незалежних одна від однієї подій, то після нього



ми говоримо про фундаментальне переплетіння фізичного відчуття, часу і сприйняття.

Проте, за ті 100 років, що минули після створення Загальної теорії відносності, не вщухають спроби «спростувати Ейнштейна». Наскільки вдалі — покаже час і нові відкриття.

Поки що, в усякому разі, загальноновизнаних альтернативних теорій немає.

Фізики переконані, що фундаментальні положення, викладені Ейнштейном, підтверджуються і для даних, одержаних при вивченні далеких галактик. Йдеться передусім про теорію гравітації, згідно з якою будь-який об'єкт великої маси руйнує тканину простору-часу. Чим більше маси, тим більшою є деформація речовини Всесвіту, що відбувається навколо досліджуваного об'єкта.

Ось чому «важкі» зірки, або зоряні системи притягують менш масивні утворення: вони просто наслідують кривим простору-часу. Світло також випромінюється за перекосами, створеними гравітацією, утворюючи так звані «горизонти подій».

Іноді, коли досить масивні об'єкти вибудовуються у певне «співтовариство», вони можуть фокусувати даліше світло, як скляний об'єктив у телескопі, причому вигини у просторі-часі діють за принципом «гравітаційної лінзи».

Проте «тести» ЗТВ тривають.

Як не парадоксально, теорія Ейнштейна досі залишається ще підтверджованою, але все-таки математичною моделлю.



Необхідно пам'ятати, що ми вивчили — та й бачимо — лише невеликий «шматочок» «Великого Всесвіту». Як пишуть автори фізики, «далекий характер гравітації все ще слабо обмежений». Гравітаційні ефекти далеких галактик практично невідомі.

Але що ми можемо?

По-перше, виміряти, наскільки галактика спотворювала простір-час, використовуючи дані телескопа Хаббла. Тож отримуємо масу галактики.

По-друге, перевірити одержаний результат, спостерігаючи за зоряним рухом за допомогою найбільшого у світі телескопа, розташованого у Чилі.

Якщо Ейнштейн правий, то два вимірювання мають вийти приблизно на один результат. Поки що середня точність вимірювань складає  $0,97 \pm 0,09$ , що досить близько до прогнозованого значення.

Водночас це не пояснює ані гравітаційних ефектів віддаленого минулого, ані самих галактичних процесів, позаяк Ейнштейн спирався на аксіому про постійність часу. До того ж, незрозумілий і феномен «чорних дір».

Логічна пастка полягає в тому, що якщо ми допускаємо істинність теорії Ейнштейна, то маємо говорити і про «чорні діри», і про «червоні зміщення».

Що прискорює розширення Всесвіту, і до чого тут «темна енергія»?

Кілька американських математиків запропонували альтернативне пояснення феномена прискореного розширення Всесвіту.

Як відомо, «традиційні» фізичні теорії у цій області відштовхуються від двох базових понять — «темна енергія», яка, у свою чергу, є проявом «темної матерії». Проте, при усіх їхніх вимірах, однозначного доказу існування і того, й іншого досі не надано.

Усе, що ми маємо у своєму розпорядженні — математичні моделі, які описують ефекти, отримувані при досліджах. Зазначимо, що початкові рівняння Ейнштейна для Загальної теорії відносності фактично передбачають прискорене розширення Всесвіту з огляду на ефект нестабільності, затверджений у статті, опублікованій у «Працях Королівського суспільства».

Близько 20 років тому астрономи зробили приголомшливе відкриття: Всесвіт не лише розширюється, що раніше було відомо, але таке розширення ще й прискорюється.

Аби пояснити відкриття, космологи буквально придумали таємничу силу, названу «темною енергією». Саме вона робить, точніше кажучи, «розсовує» простір.

Невдовзі після того, як Альберт Ейнштейн описав свої рівняння для Загальної теорії відносності і концепції гравітації, він запропонував додатковий «антигравітаційний» чинник, названий «космологічною постійною», щоб збалансувати гравітаційне тяжіння і створити статичну модель Всесвіту.

Пізніше Ейнштейн назвав космологічну константу своєю найбільшою помилкою.

Коли сучасні космологи почали займатися космічним прискоренням і «темною енергією», знадобилися певні математичні маніпуляції, оскільки математика великого німця не пояснила причинно-наслідкових зв'язків між «темною матерією» і спостережуваним фізичним Всесвітом.

Зрозуміло, що такі пояснення не могли задовольнити все академічне співтовариство, позаяк пропонувана модель не пояснювала аномального, на перший погляд прискорення галактик, як і теоретичних наслідків з оригінальної теорії Ейнштейна.

Первинна Загальна теорія відносності, здавалося б, не вимагала прямих доказів існування «темної енергії». Висновки, зроблені на основі ЗТВ, цілком уклалися у звичну картину світу. Тож навіщо додавати в робочу модель «чинник вигадки», було не зовсім зрозуміло.

Однак після наукового фурору, вибух якого спровокувало відкриття прискороного розширення Всесвіту, фізики вирішили «підправити» рівняння Ейнштейна. Так з'явилися і темна енергія, і темна матерія, і чорні діри.

Проте вирішення виниклої проблеми може критися в іншому: а якщо первинне припущення помилкове? Що буде, якщо припустити, що класичні «гравітаційні» рівняння правильні, а помилкова сама гіпотеза, і так зване «прискороене розширення» нестійке? Тоді потреба у додаткових чинниках і фізичних сутностях повністю відпадає.

Космологічні моделі, починаючи з «Всесвіту Фрідмана», припускають, що вся матерія розширюється, рівномірно розподіляючись у межах уже заданого простору. Тоді виходить, що простір-час Фрідмана насправді нестійкий: будь-яке збурення, наприклад, якщо щільність матерії дещо нижча, ніж середня по Всесвіту, штовхає її у темпі, що прискорюється, — порожнього місця у світі дійсно не буває. Але це ж означає те, що матерія прагне до своїх «усереднених» фізичних показників.

Тобто спостережувані аномалії — це всього лише шлях вирішення «проблеми», Всесвіт прагне до своїх загальних стандартів.

Наочно такий процес можна продемонструвати за допомогою перевернутого маятника. Коли він звисає вниз, він стабілізується у найнижчій точці. Коли маятник відхиляють убік, він починає балансувати, прагне до початкового «центрованого» положення.

Це говорить нам про те, що ми нічого не повинні чекати від вимірювань фрідманівського Всесвіту, тому що він нестабільний.

Те, що ми спостерігаємо, — локальні проблеми, які визначають з часом.

Локальні простори-часи, витікають з феномена нестійкості, показують той же діапазон космічних прискорень, що й у «звичайних» теоретичних моделях.

Інакше кажучи, прискорення галактик могло бути передбачене з первинної Загальної теорії відносності без використання космологічної постійної.

З іншого боку, спостережуваний ефект говорить про те, що наша Галактика розташована поблизу масивного «шматка» матерії: зоряні скупчення взаємодіють між собою, але не більше того.

А якщо йдеться про помилки вимірювань, то це означає, що сучасна наука боїться визнати помилковість методології.

## **Про голографічну природу Всесвіту**

У цю теорію важко повірити одразу.

Чорні діри настільки масивні, що за їхні межі не може вийти жоден об'єкт у космічному просторі.



До квітня цього року учені могли говорити про чорні діри лише на підставі їхнього впливу на сусідні тіла, лише кілька місяців, як з'явилося перше фото цього об'єкта, повідомляє Хроніка.інфо з посиланням на Новини Планети. Та навіть попри наявні фото, природа чорних дір вивчена мало.



МішельТаллер, помічник директора з наукових комунікацій НАСА, припустила, що чорні діри — це ключ до розуміння Всесвіту в цілому.

Коли щось потрапляє в діру, то час припиняє текти.

На околиці чорної діри може бути деяка сфера — двовірна поверхня, у якій є дані про сам об'єкт. Подібно до голограми, яка є по суті двовірним об'єктом зі скла або плівки.

Якщо додати спрямоване світло, вийде тривірний проєкція.

За такого сценарію уся інформація космосу зберігається у двовірних поверхнях, ми можемо бути її частиною. Проте далеко не факт, що голограма характеризується розумним походженням.

Як зазначила Мішель, чорні діри дивляться прямо на нас, а ми не маємо ані найменшого уявлення про те, як повинен співіснувати Всесвіт з цими об'єктами.

## **Як на нашій планеті з'явилося золото**

Нове дослідження, за словами вчених, дозволить уточнити теорію утворення нашої Галактики і появи в ній різних хімічних елементів.

Хімічні елементи у Всесвіті з'являються завдяки явищу термоядерного синтезу. Цей процес, що відбувається у надрах зірок, полягає у злитті легких атомів з утворенням важчих. Але як би багато не було енергії всередині будь-якої зірки, вона не зможе утворити в собі елементи важчі за залізо, адже їх злиття не дає потрібної для існування зірки кількості енергії.

То як же тоді з'явилися такі хімічні елементи, як золото і платина? Це питання віддавна цікавило вчених.

Одна з найпопулярніших теорій полягає в тому, що вони були розсіяні у просторі в результаті зіткнень нейтронних зірок.

Але нове дослідження, проведене астрофізиками Колумбійського університету, показує, що за появу близько 80% золота у Всесвіті може бути відповідальним тип вибуху наднової. Цей тип — зірки з колапсуючим ядром. Зазнати такого перетворення можуть лише досить важкі зірки — з масою від 8 до 40–50 сонячних.

Використовуючи комп'ютерне моделювання, астрофізики встановили, що велика частина золота у Всесвіті має з'являтися із зірок, які мають колапсуюче ядро — колапсар. Цей тип вибуху наднової часто не брали до уваги, адже вважалося, що лише зіткнення нейтронних зірок здатне виробити багато досить стабільних важких елементів.

Учені стверджують, що хоча колапсари зустрічаються ще рідше, ніж зіткнення нейтронних зірок, вони здатні викидати у космос величезні кількості речовини, тож їхня версія може стати основною у питанні про те, як на Землі з'явилися важкі хімічні елементи.

## Тривимірний світ, поміщений у шар чотирьох вимірів

Наш Всесвіт може перебувати усередині неймовірно великої чорної діри, вважають учені.



Майже століття теорія Великого вибуху вважалася остаточною теорією, що описує походження Всесвіту.

Учені вважають, що наша Галактика, Чумацький Шлях, виникли мільярди років тому, — після Великого вибуху. Великий Всесвіт — це простір, що постійно розширюється.

Тепер група астрофізиків пропонує новий погляд на наш Всесвіт — чорні діри також мають рису сингулярності, спільну зі Всесвітом.

Нове дослідження, проведене групою прогресивних астрофізиків у канадському університеті Ватерлоо, показує, що наш Всесвіт існує від горизонту подій величезної чорної діри з більш високими вимірами, і вона могла б бути присутньою у космосі з самого початку часів.

Новітня теорія припускає, що ми могли б жити в чотиривимірному просторі, утвореному руйнуванням велетенської п'ятимірної зірки.

Оскільки гравітаційна сингулярність Всесвіту розглядається у контексті Загальної теорії відносності, як самий ранній стан Всесвіту,

Отже, Великий вибух міг бути аналогічним утворенню чорної діри, лише у зворотному напрямі.

І за законами теорії струн, Всесвіт, у якому ми живемо, може бути просто тривимірним світом, поміщеним у шар чотирьох вимірів.

## Маса і, відповідно, її гравітаційні та інерційні властивості — зайві сутності

### Фундаментальні вимоги до визначення принципу еквівалентності

Принцип еквівалентності мас за всю історію фізики є найдивовижнішим. Вражаюче, але цей принцип продовжує експериментальне уточнення, починаючи з кінця 19 століття по теперішній час. Принцип еквівалентності, згідно з яким поле тяжіння у невеликій області простору і часу за своїм проявом тотожне прискореній системі відліку, лежить в основі Загальної теорії відносності і має наслідком рівність інертної і гравітаційної мас.

Вперше принцип еквівалентності мас був запропонований Ньютоном і перевірений ним експериментально. Цей принцип дозволяв пояснити парадокс, чому всі тіла падають на землю з одним прискоренням.

Парадоксальне відкриття зробив Галілей, скидаючи тіла різної ваги з Пізанської вежі. Щоб пояснити це явище, Ньютон ввів масу — нову внутрішню суть матерії. У різних законах Ньютона маса виступає то мірою інерції, то мірою гравітаційних властивостей.

Ньютон уперше звернув увагу на рівність інертної і гравітаційної мас і довів, що вони відрізняються не більше, ніж на 0,1 %, інакше кажучи, рівні з точністю до  $10^{-3}$ .

У пізніший час Р. Етвеш у серії дуже точних дослідів, проведених з 1890-го по 1910 рік і продовжених у 1922 р., показав, що принцип еквівалентності гравітаційної та інертної мас дотримується з точністю вище за одну двадцятимільйонну.

Досліди Етвеша розглядають поведінку схилю, на який діють сила тяжіння Землі і відцентрова сила. Сила тяжіння Землі залежить від гравітаційної маси, відцентрова сила, викликана обертанням Землі, залежить від інертної маси.

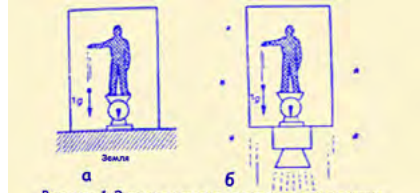
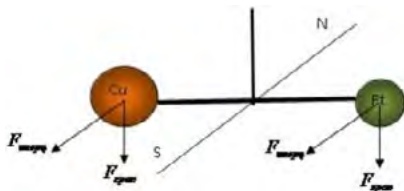


Рис. 1. Еквівалентність тяжіння і прискорення.

Спостерігач у закритій кабіні не може сказати достеменно, чи стоїть він на поверхні Землі (ліворуч), чи рухається у космосі з прискоренням, що дорівнює прискоренню вільного падіння земної поверхні

## Дослід Етвеша з перевірки принципу еквівалентності мас

Дослід ставився так. На нитці підвішувався стержень з двома вантажами по краях: з міді і платини (див. рис.). Стержень орієнтувався перпендикулярно до меридіана (меридіан — пряма з півночі на південь на малюнку позначена як  $NS$ ). Плечі стержня рівні. Вантажі за вагою також рівні.



Якби ці (гравітаційна і інерційна) маси не були однакові, той напрям нахилу залежав би від матеріалу (мідь, платина, свинець, залізо, скло і т. д.), з якого зроблена куля нахилу. Проте Етвеш за допомогою цих крутильних ваг встановив, що нахил не міняє свого напрямку незалежно від матеріалу, з якого

він виготовлений. Таким чином, встановлювалася рівність гравітаційної та інертної мас. Причину цього явища класична механіка навіть не намагалася пояснити.

Введений Ньютоном принцип еквівалентності дозволив говорити, що ми маємо справу з новою суттю, що має гравітаційні та інерційні властивості. Так, принцип еквівалентності закріпив існування маси.

Наука, що займається електричними зарядами і їх взаємодією, знаходилася за часів Ньютона у зародковому стані. Було відомо, що існує два види зарядів і що заряди одного виду відштовхуються, а протилежного виду притягуються. У ті часи їх називали смоляною і бурштиною електрикою. Згодом назви зарядів змінилися на позитивний і негативний.

З точки зору математичного підходу тяжіння і зіткнення різнойменних зарядів закінчується їх взаємною нейтралізацією і зникненням заряду.

Усі космічні і звичайні матеріальні тіла розглядалися механіками, як електрично нейтральні тіла.

Ньютон, відповідно, не міг пояснити фізичний сенс принципу еквівалентності мас.

Після з'ясування будови атомів і складу атомного ядра (після відкриття Резерфорда) стало ясно, що усі елементи і, відповідно, уся матерія складаються з однакових стійких заряджених часток: електронів, протонів і нейтронів. Заряджені частки мають або позитивний, або негативний заряд.

При будь-якій силевій дії заряджена частка відповідає силою інерції, природа якої електрична. Сила у фізиці є адитивним поняттям.

Повна сила інерції матеріального тіла складається з сил інерції окремих заряджених часток. Сила  $F$  інерції, що діє на кожен частку пропорційна прискоренню, згідно з електродинамічним механізмом інерції заряджених

часток. Отже, і повна сила, що діє на усе макроскопічне тіло, пропорційна прискоренню  $\mathbf{a}$ , що і є змістом Другого закону Ньютона:  $\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$ .

Так само і з силою гравітації. Повна сила складається з гравітаційних сил окремих часток. Кожна сила  $\mathbf{F}$  гравітації пропорційна прискоренню  $\mathbf{g}$ , згідно з Четвертим законом Ньютона:  $\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}$ .

Відношення  $\mathbf{F}$  інерції/ $\mathbf{a} = \mathbf{F}$  гравітації/ $\mathbf{g}$  є величина постійна. У цьому і виражається принцип еквівалентності мас.

### ***Принцип еквівалентності неодноразово уточнювали і перевіряли***

У 1959–1963 роках американським фізиком Р. Діке точність вимірів була збільшена до  $10^{-11}$ .

При будь-якій силовій дії заряджена частка відповідає силою інерції, природа якої електрична.

Сила у фізиці є адитивним поняттям. Повна сила інерції матеріального тіла складається з сил інерції окремих заряджених часток. Сила  $\mathbf{F}$  інерції, що діє на кожну частку, пропорційна прискоренню  $\mathbf{a}$ , згідно з електродинамічним механізмом інерції заряджених часток. Отже, і повна сила, що діє на усе макроскопічне тіло, пропорційна прискоренню  $\mathbf{a}$ , що і є змістом Другого закону Ньютона  $\mathbf{F} = \mathbf{m} \cdot \mathbf{a}$ .

В 1971 р. радянські фізики В. П. Брагинський і В. І. Панів довели точність виміру цих величин до  $10^{-12}$ .

### ***Природа принципу еквівалентності мас***

Вченими були проведені порівняння речовин, що розрізняються за щільністю, електропровідністю та ін. параметрами. Також був наведений розрахунок кількості нуклонів у 1 грамі елемента. З огляду на велику кількість елементів у порівняльній таблиці ми її не покажемо. Аналіз таблиці за принципом еквівалентності мас дав можливість вченим дійти головного висновку:

1. *Інерційні і гравітаційні властивості зарядів обумовлені електромагнітною індукцією.*

2. *Принцип еквівалентності полягає у прояві електродинамічних взаємодій елементарних зарядів, що становлять тіло, з оточенням цього тіла іншими зарядами.*

Чому ж інші властивості 1 грама речовини такі різні? Тому, що ці властивості визначаються хімічними зв'язками, що утворюються атомами або молекулами цієї речовини.

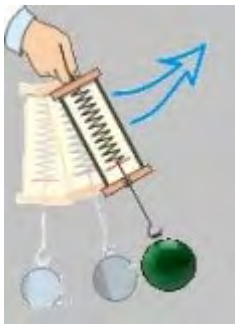
Інерційні властивості, що приписуються механічній масі, існують тільки як факт, обумовлений вірою в авторитети та інерцією людського мислення.

У шкільних підручниках закони Ньютона викладаються як істина в останній інстанції, хоча для їх формулювання Ньютону довелося ввести п'ять нових сутностей. Цими п'ятьма сутностями були маса, як міра матерії, сила гравітації, сили інерції і інерційні та гравітаційні властивості маси. Усі ці п'ять сутностей було введено Adhoc.

Так, наприклад, сили гравітації і гравітаційні властивості мас було введено для пояснення падіння тіл на Землю і пояснення космічних явищ, а відцентрові сили інерції пояснювали, чому космічні тіла обертаються один навколо одного, а не падають один на одного під дією гравітації.

Відповідно, черговим завданням науки стало незалежне підтвердження існування кожної з введених сутностей.

Найістотнішим кроком у цьому напрямі був принцип еквівалентності, відкритий у ході експерименту.



Експериментально було доведено, що відцентрова сила дійсно існує, що її величина дорівнює за величиною доцентровій силі, що викликає рух тіла з прискоренням,

$$\text{тобто } F_{\text{вс}} = F_{\text{дс}} = MV^2/R,$$

де  $M$ ,  $V$  і  $R$  — маса, швидкість і радіус круга обертання.

Давайте розглянемо легко здійснений експеримент.

У цьому експерименті кулька, що має масу  $M$  обертається на пружині. До неї приєднаний динамометр, що вимірює силу натягнення пружини. У цій системі ми можемо виміряти орбітальну швидкість руху кульки  $V$ , доцентрову  $F_{\text{дс}}$  і відцентрову силу  $F_{\text{вс}}$  і радіус орбіти  $R$ .

В ході експерименту ми можемо міняти швидкість обертання кульки на орбіті і, відповідно, радіус відбиття. При збільшенні швидкості обертання збільшується радіус орбіти, швидкість руху кульки по орбіті і зростає доцентрова і відцентрова сили.

$$F_{\text{дс}} = M V^2 / R, F_{\text{вс}} = M V^2/R$$

$$\text{умова стійкості } F_{\text{дс}} = - F_{\text{вс}}$$

За часів Ньютона єдиною силою, що діє на відстані, існування якої визнавалося і Коперником, і Галілеєм, і Гуком, і Ньютоном була сила гравітації.

Маса вважалася мірою кількості речовини; відповідно, рівність маси інерційної і маси гравітаційної між собою і масою як мірою кількості речовини, являлося і є найвагомішим в усій історії фізики доказом реального існування усіх перелічених вище за нововведеної сутності.

Ми згадували що, принцип еквівалентності був відкритий у ході експерименту 320 років тому, у той час в рішенні фізичних проблем вже домінував математичний підхід. Згідно з цим підходом, основним завданням

науки є складання математичного рівняння, що описує спостережувані явища.

Основною парадигмою була та, що в науці стільки науки, скільки у ній математики.

Значущість теорії визначалася можливістю у межах теорії не стільки пояснити явища, непояснені раніше, скільки розрахувати такі явища, які до відкриття цього закону не могли бути прораховані.

Так, наприклад, принцип еквівалентності дозволяє і дозволяє до теперішнього часу розраховувати силу тяжіння планет до Сонця без знання фізичної природи сил гравітації.

У рамках принципу еквівалентності розраховуються і розраховувалися перша, друга і третя космічні швидкості і маси мікрочасток. Тому питання, як і чому відцентрова сила рівна доцентровій і, чому маса інерційна дорівнює масі гравітаційній, навіть не виникали. Отже принцип еквівалентності був фактично п'ятим законом Ньютона. До цього слід додати, що якби ці питання навіть виникали, то дати відповідь наука ще не могла. Проте, суперечність законів Ньютона, на наш погляд, очевидна. До сил інерції Ньютон відносив, як сили інерції при лінійному русі, так і відцентрові сили.

Основою для цього положення було те, що ці сили розраховувалися за аналогічними рівняннями. При круговому русі відцентрова сила (сила інерції), дорівнювала силі, що викликала рух тіла з прискоренням, що підтверджувалося експериментально. Відповідно, очікувалося, що й у разі лінійного руху сила інерції має дорівнювати силі, що викликала прискорення. Проте у цьому випадку тіло, що рухається лінійно, не можна було б прискорити в принципі. З іншого боку, при круговому русі, при поширенні законів лінійного руху на кругове, слід було очікувати, що прискорення руху не може бути викликане силою, спрямованою під  $90^\circ$  до прямолінійного руху тіла.

У відкритому Ньютоном в 1678 р. Законі Всесвітнього тяжіння передбачалася дальня дія між тілами. Основним недоліком цього закону було те, що системи, побудовані згідно з цим законом (насамперед, Сонячна система) не можуть бути нестійкими, тобто не можуть існувати в принципі.

Як зазначалося у статті, присвяченій гравітації, механіка розрізняє три стани рівноваги: байдужої рівноваги, стійкої і нестійкої рівноваги.

У космічних і атомних системах при малому відхиленні тіла з положення рівноваги виникають сили, що прагнуть збільшити це відхилення. Або при щонайменшому відхиленні тіла (наприклад, електрона в атомі), що обертається навколо центру (збільшення або зменшення відстані між протоном і електроном), доцентрові сили збільшують це відхилення.

Згідно з Вікіпедією, Ньютон знав про це протиріччя у своїй теорії гравітації і обмежився наступною фразою: «Підтримка справжнього виду Сонячної системи вимагає втручання якихось сторонніх надприродних сил».

Характеризуючи сучасний стан проблеми взаємодії матеріальних об'єктів, Р. Фейнман писав: «Досі нікому не вдалося представити тяжіння і електрику як два різні прояви однієї і тієї ж суті. Сьогодні наші фізичні теорії, закони фізики — безліч розрізаних частин і обривків, що погано поєднуються один з одним. Фізика ще не перетворилася на єдину конструкцію, де кожна частина — на своєму місці. Поки що ми маємо безліч деталей, які важко підняти одну до одної. З часів Ньютона і до наших днів ніхто не міг описати механізм, прихований за законами тяжіння, не повторивши того, що сказав Ньютон, не ускладнивши математики або не передбачивши явищ, яких насправді не існує. Так що досі у нас немає іншої моделі для гравітації, окрім математичної».

«Ньютон не робив про це припущень. Йому було досить відкрити, що відбувається, не входячи у механізм того, що відбувається. Але і ніхто інший відтоді ніякого механізму не відкрив. Усі фізичні закони відрізняються в цьому відношенні своїм абстрактним характером. Чому ми можемо користуватися математикою для опису законів, не знаючи їх причини? Ніхто і цього не знає. Ми продовжуємо йти цією дорогою, тому що на ній все ще відбуваються відкриття» [Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сендс, Фейнмановські лекції, том 1 Сучасна наука про природу. Закони механіки, с. 132].

«Якби існував тільки один закон такого характеру, то це було б цікавим, хоча й прикрим винятком. Але, виявляється, чим більше ми досліджуємо, чим більше законів ми відкриваємо, чим глибше проникаємо у природу, тим більш хронічною стає хвороба. Кожен наш закон — чисте математичне твердження, причому досить складне і малозрозуміле».

Як бачите, висловлювання про надприродні сили звучить, як мінімум, двозначно.

У своїй теорії гравітації Ньютон описав закони нестійкого існування Сонячної системи. Важко уявити, щоб Фейнман і автори переважної більшості підручників не знали про це протиріччя.

Спроби вирішення цього протиріччя робляться упродовж останніх 300 років. Огляд цих робіт описаний у книзі Дьоміна В. Г. «Доля сонячної системи. Популярні нариси з небесної механіки». У передмові до цієї книги ми читаємо: «Ненабагато менше двох століть відділяє нас від пори, коли видатні французькі вчені Жозеф Луї Лагранж і П'єр Симон Лаплас, чий імена викликають шанобливу і захоплену повагу вчених усіх часів, продовжуючи велику справу Ісаака Ньютона і славної плеяди його послідовників, створили величну будівлю небесної механіки».

Близько півстоліття, підтримуючи безперервний зв'язок один з одним, у душі постійного творчого суперництва самозабутньо працювали Лагранж і Лаплас над загальною проблемою побудови теорії руху великих планет. Їм обом по праву належить постановка знаменитого завдання механіки — завдання про стійкість Сонячної системи, що породила ряд більш окремих завдань про еволюцію орбіт і фігур небесних тіл.



Лагранж і Лаплас пробрили перший пролом у неприступній математичній фортеці, яким виявилось завдання про стійкість Сонячної системи, отримавши перше наближене її рішення. Багато десятиліть видатні математики і механіки штурмували проблему Лагранжа-Лапласа. Повільно, крок за кроком учені йшли вперед, змушені долати складні математичні перешкоди, що постійно поставали на їхньому шляху, одну за одною вириваючи у природи таємниці руху небесних тіл. Одне за одним вирішувалися окремі завдання про еволюцію рухів окремих тіл Сонячної системи. Але строге рішення знаменитої проблеми залишалося, як і раніше, таким же далеким, як і за часів Лагранжа і Лапласа».

100 років тому у рамках фізики й хімії було доведено:

— усі матеріальні тіла складаються з однакових заряджених часток (електронів протонів і нейтронів), і вага тіла прямопропорційна їх кількості;

— нейтрони складаються з електронів і протонів.

***За 614 с половина вільних нейтронів розпадається на електрон і протон.***

Нейтрони мають дипольний момент.

Виникла нова наука електродинаміка, яка ввела у фізику нові сутності і нові закони. Новими силами (новими сутностями) стали електростатичні сили (Кулонівські сили) і електродинамічні (сили Лоренца, що включають Кулонівські сили).

У рамках електродинаміки було доведено:

Заряд, що рухається з прискоренням, викликає появу електрорушійної сили (далі ЕДС), що діє на заряд, який рухається з прискоренням:

1) з силою, рівною за величиною силі, що викликала рух заряду з прискоренням;

2) прямо протилежним цій силі за напрямком.

Величина електрорушійної сили не залежить від виду сили, що викликала рух заряду з прискоренням. Цією силою може бути і ньютонівська сила гравітації (тяжіння мас), і кулонівська сила (взаємодія зарядів), і сила Лоренца (взаємодія зарядів, що рухаються з прискоренням, з магнітним і електричним полем). Це може бути і відцентрове прискорення, і лінійне.

Ці відкриття дозволяють відповісти на ті питання, які виникли у нас і які не могли бути сформульовані три століття тому.

Прикладом такого питання є питання: чому в експериментах відцентрова сила дорівнює гравітаційній?

У рамках електродинаміки це пояснюється тим, що в цих експериментах заряди, що становлять матерію, рухаються з прискоренням. Таке прискорення, у свою чергу, приводить до появи ЕДС, що діє на заряд із силою, рівною за величиною і протилежною за напрямком дії доцентрової сили.

У рамках електродинаміки початковою суттю є заряд, а не маса. Відповідь на питання, чому відцентрова сила рівна доцентровій, кількісно пояс-

нюється без залучення маси і її властивостей, що є демонстрацією того, що маса і, відповідно, її гравітаційні та інерційні властивості — зайві сутності.

Наше пояснення принципу еквівалентності є ілюстрацією широко відомого висловлювання Бекона, що нова теорія — дитя часу, а не авторитету.

В результаті робіт останніх 15 років дійшли висновку, що як сама суть маса, а також маса гравітаційна і маса інерційна є даниною часу так само, як флогістон і теплород.

Закони Ньютона і принцип еквівалентності були відкриті за двісті років до відкриття Фарадеєм його законів, атомарно-молекулярної будови речовин і з'ясування природи хімічного зв'язку. Про це пишуть упродовж багатьох років англійською і російською мовами.

Трудність зі сприйняттям наших пояснень пов'язана, передовсім, з інерцією мислення. Ми припускаємо, що простіші пояснення допоможуть здолати інерцію мислення наукового співтовариства.

Нам вдалося пояснити цілий ряд фізичних явищ без використання такої суті, як маса. Ці пояснення опубліковані в книгах, розміщених на amazon.com і на інших сайтах.

20 років тому ми зрозуміли, що такої суті, як маса, не існує.

Це розуміння навіть у нас не відразу перейшло у віру, не лише через інерцію мислення, а також і з огляду на існування принципу еквівалентності.

Лише кілька років тому (приблизно у 2007 р.) нам вдалося зрозуміти фізичний сенс принципу еквівалентності. Як завжди, пояснення виявилось дуже простим. Переконало нас наступне: згідно із законами Фарадея, заряд, що рухається з прискоренням, породжує ЕДС, яка діє на заряджену частку з силою, рівною за величиною і прямо протилежною за напрямком. З одного боку, це було поясненням (відповідь на питання чому) фізичного сенсу рівняння Ньютона, а з іншого, — пояснення принципу еквівалентності, оскільки рівність відцентрових сил і сил, що викликали рух заряду з прискоренням, не залежали від сил природи (це Ньютонівська гравітація, або Кулонівські сили, або сили Лоренца) і виду прискорення.

Отже, принцип еквівалентності вже 100 років тому міг бути сформульований таким чином. У полі центральних сил, умову стійкості орбіти матеріального тіла, що рухається, є рівність відцентрової-доцентрової сили.

Першопричиною сил Лоренца є взаємодія заряду, що рухається з прискоренням, з магнітним і електричним полем.

Незаряджена матерія (Ньютонівська маса) з цими полями не взаємодіє. Відцентрова сила у цих експериментах кількісно дорівнює силам Лоренца, тобто для інерційної властивості механічної (ньютонівської незарядженої) матерії кількісно не залишається місця.

300 років тому була відома лише одна доцентрова сила гравітації (тяжіння мас) і, відповідно, експериментальні дані за принципом еквівалентності доводили існування маси.

Кількісна рівність відцентрових сил силам Лоренца демонструє, що такої суті, як незаряджена матерія (Ньютонівська маса) не існує.

Чому ж науковці, що займаються мас-спектроскопією і вимірюють відносну масу заряджених часток, не звернули увагу на те, **що вони визначають інерційну силу заряду, що рухається з прискоренням у магнітному полі?** Чому вони за ньютонівським принципом еквівалентності вважають її за інерційну масу молекул і мікрочасток?

Однією з головних причин може являтися те, що заряд вони розглядають, як спосіб, що дозволяє надати частці прискорення. Приклад — визначення маси нейтрона, який не можна розігнати в електричному полі до потрібних швидкостей.

Аналогічно в простому випадку, коли доцентрові сили є кулонівськими. Розрахунок розпочинається з рівності  $mv^2/r = E q^2/r^2$ , де  $m$  — маса електрона, яку було визначено в мас-спектрометрі як інерційну силу заряду, що рухається з прискоренням у магнітному полі. За принципом еквівалентності її відносять до маси гравітаційної.

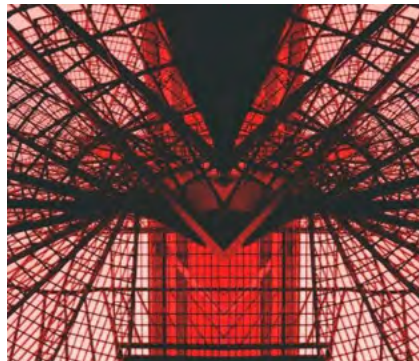
Історія з флогістоном, теплородом, масою і Богом показала, що коли, якось суть, що вводиться, не можна визначити експериментально, то дослідники природи відправляють її або в історію, або до церкви.

## Зв'язки між гравітацією і обчислювальною складністю

Здається, що інформація і гравітація — речі непов'язані, але дещо загальне є й у них: те й інше можна описати через мову геометрії. Узнявши її за основу, міжнародна група вчених дійшла висновку, що закони оптимальних квантових обчислень залежать від гравітації.

Один з основних постулатів обчислювальної складності стверджує, що при рішенні проблем слід мінімізувати витрати обчислювальних ресурсів.

У 2006 році фахівець із квантової фізики і програмування Майкл Нільсен продемонстрував це, показавши, що в контексті диференціальної геометрії ціна обчислень може виражатися у відстані. Тобто, мінімізація витрат еквівалентна пошуку найкоротшої геодезичної лінії.



Оскільки ця перспектива дуже близька до опису гравітації, результати роботи Нільсена привели вчених до думки дослідити можливі зв'язки між гравітацією і обчислювальною складністю. Проте це завдання виявилось не з легких, оскільки їм довелося спершу визначити основні поняття, такі як «складність» у голографічних моделях, пов'язаних з квантовою гравітацією.

Стаття Павла Капути з Університету Кіото (Японія) і Хав'єра Магана з Атомного центру Балсейро в Аргентині — це спроба звести воедино різні ідеї, запропонувавши універсальний опис складності, який залежить лише від одного параметра, — пише Phys.org.

Це призводить до відкриття зв'язку між складністю і концепціями квантової гравітації, що, у свою чергу, дозволяє зробити цікаві припущення. Приміром, про те, що гравітація може управляти законами оптимального квантового обчислення.

«Нещодавно теоретики квантових обчислень (включаючи Нільсена) висунули ідею про те, що складність квантових ланцюгів може оцінюватися через довжину найкоротшої геодезичної лінії в «геометрії складності унітарних трансформацій», — пояснює Капута. — Ми показали, що у двомірних конформних теоріях поля з квантовими логічними вентилями, заданими тензором енергії-імпульсу, «довжина» таких геодезичних ліній розраховується через дію двомірної гравітації».

Отже, знаходження мінімальної довжини геометрії складності дорівнює рішенням рівнянь гравітації.

Така точка зору припускає, що гравітація може виявитися корисною для оцінки обчислювальної складності та ідентифікації найефективніших обчислювальних методів рішення проблем.

Для того, щоб зрозуміти, як квантові частки взаємодіють з гравітацією, вчені з Канади і Австрії звернули увагу на масу і перенесли принцип еквівалентності Ейнштейна на квантову фізику.

## **Чорні діри можуть формуватися без участі зірок**

Згідно з новим дослідженням, не всі надмасивні чорні діри можуть з'являтися внаслідок знищення зірок. Вчені припускають, що ці гігантські загадкові об'єкти сформувалися ще на ранньому етапі розвитку Всесвіту.



Попри свою значущість для науки, чорні діри досі залишаються білою плямою для вчених. Кілька місяців тому астрономи, що працюють над проектом Event Horizon Telescope, опублікували фото кордонів чорної діри у центрі галактики

М87. Проте, фахівці з усього світу не мають єдиної думки щодо формування і розвитку чорних дір.

Найпопулярнішою є теорія про те, що надмасивні чорні діри з'являються внаслідок смерті величезних зірок: під дією гравітації їхні ядра стискаються і зірка по суті поглинає сама себе, перетворюючись у надзвичайно важкий об'єкт із сильним гравітаційним полем.

Та представники Університету Західного Онтаріо опублікували роботу, згідно з якою зірки взагалі можуть не брати участі у створенні надмасивних чорних дір. Як пише Engadget, автори дослідження Шантану Басу і Арпан Дас припускають, що гігантські чорні діри утворювалися «дуже-дуже швидко упродовж дуже-дуже коротких проміжків часу», після чого їх формування припинилося.

Басу і Дас вважають, що відомі нам надмасивні чорні діри могли з'явитися не через смерть зірок, а самі собою, на етапах раннього розвитку Всесвіту.

«У надмасивних чорних дір був короткий період часу, коли вони могли швидко рости, а потім, у якийсь момент, через усю радіацію у Всесвіті, яку створювали інші чорні діри і зірки, їх формування зупинилося», — каже автори роботи.

Сьогодні вчені припускають, що надмасивні чорні діри, що їх учені виявили упродовж останніх кількох десятиків років, з'явилися через 800 млн років після Великого вибуху. Ця гіпотеза ускладнює наше розуміння того, як розвиваються чорні діри.

Нове відкриття астрофізиків зі США може пояснити, як з'явилися надмасивні чорні діри на самому початку розвитку Всесвіту, і що з ними відбувалося пізніше.

## **Всесвіти з двома вимірами виявилися населеними**

Існування людей у тривимірному просторі пояснюється сильним антропним принципом. Учені Каліфорнійського університету і Масачусетського технологічного інституту дійшли висновку, що закони фізики у Всесвіті з двома просторовими і одним тимчасовим вимірами припускають існування живих організмів.

Дослідники у рамках скалярної теорії гравітації продемонстрували помилковість поглядів, згідно з якими у двовимірному Всесвіті не діють сили тяжіння, що відіграють важливу роль у появі життя. Крім того, вони показали, що в такому просторі можлива поява досить складних структур, аналогічних двовимірним



нейронним мережам. Такі мережі мають бути побудовані за модульним принципом, щоб виключити перетини, а також мати інші специфічні математичні характеристики.

Прийнято вважати, що тривимірний простір потрібний для підтримання життя.

У Всесвіті з великим числом вимірів закони Ньютона не працюватимуть належним чином, і виникненню стійких орбіт заважатимуть невеликі збурення. Вважалося, що Всесвіт з меншим числом вимірів також не придатний для життя.

Отже, існування людей у тривимірному просторі пояснюється сильним антропним принципом, згідно з яким лише у такому Всесвіті, зі спостережуваними властивостями, можуть виникати складні живі організми.

## Чорна діра у центрі Землі

Колишня співробітниця NASA Луїз Ріофріо розповіла про чорну діру в центрі Землі.

Луїз Ріофріо розповіла одну дуже цікаву деталь про нашу планету. За її словами, у надрах Землі, у самому її центрі, є чорна діра. Ріофріо зазначає, що поки дослідники і астрономи шукають чорні діри у космічному просторі, вони можуть знаходитися у них прямо під носом, вірніше, під ногами. Луїз стверджує, що існуючий в надрах планети об'єкт може мати зовсім крихітні розміри, але при цьому мати масу Місяця.

Нагадаємо, місячна маса становить  $7.347 \times 10^{22}$  кг.

Згідно з теорією Луїз Ріофріо, Земля могла зародитися навколо чорної діри, як перлина навколо піщинки. Чорні діри генерують тепловий потік, який може бути причиною тектонічних зрушень. Це, у свою чергу, є причиною виверження вулканів і землетрусів.

Більше того, в теорії чорна діра здатна формувати магнітне поле, що захищає нас від космічного впливу. Якщо це так, то чорна діра — елемент, без якого не було б нас. Ще, за словами експертів NASA, чорна діра може бути революційним джерелом енергії, яким колись стала ядерна енергія. Можливо, з часом люди зможуть за мить опинитися в інших галактиках, досліджуючи їх. Але поки це усього лише фантастична теорія.

Важливо знати, що чорна діра — найзагадковіший об'єкт космосу. Це об'єкт з нескінченною масою і щільністю, а значить і тяжінням, за межі якого не може вирватися навіть світло, — тому діра чорна.

Чорні діри утворюються з ядра супермасивних зірок. **Це та область, де друга космічна швидкість перевищує швидкість світла.**

**P. S.**

Супутник NASA засік у космосі нез'ясовне світіння, яке так само нез'ясовно швидко зникло. Науковці сподіваються, що їм вдасться побачити спалах знову і перевірити свої наукові припущення.

Галактика NGC 6946, відоміша як Фейерверк, нещодавно більш ніж виправдала свою назву. Рентгенівська обсерваторія NASA NuSTAR виявила щось дивне у космосі. Телескопи зафіксували таємниче яскраве джерело у рентгенівському випромінюванні, яке виглядало як зелена пляма. Що найдивніше — буквально за кілька днів світіння зникло, наче його й не було.

«10 днів — це дуже короткий проміжок часу для появи такого яскравого і великого об'єкта. Як правило, такі об'єкти не зникають роками. Схоже, ми знайшли якесь абсолютно нове джерело, що змінюється дуже швидко, що вельми цікаво для науки», — розповів науковий співробітник і провідний автор дослідження NASA Ханна Ерншоу.

Свої припущення учені NASA опублікували в періодичному виданні *Astrophysical Journal*, де вони спробували дати відповідь на питання про джерело, нез'ясовного світіння, яке, за мірками Всесвіту, зникло за мить, — що не природно для космічних об'єктів.

Можливо, дивне зелене світіння виходило від чорної діри, що поглинає крихітний об'єкт на зразок нейтронної зірки, йдеться у дослідженні.

Коли об'єкти виявляються занадто близько до чорної діри, вони можуть розірватися під дією сили тяжіння, а їхні уламки витягнутися на близьку орбіту навколо чорної діри. Матеріал по внутрішньому краю диска рухається так швидко, що «нагрівається до мільйонів градусів і випромінює рентгенівські промені», пояснюють у NASA.

На даний момент учені намагаються з'ясувати походження космічної аномалії і сподіваються, що їм вдасться побачити спалах знову і перевірити свої здогадки.

## Нова версія народження перших чорних дір

Вченим вдалося розгадати загадку появи перших чорних дір.

Чорна діра — це область простору-часу, гравітаційне тяжіння якої настільки велике, що покинути її не можуть навіть об'єкти, які рухаються зі швидкістю світла

Вчені з Університету Західного Онтаріо представили нову версію народження перших чорних дір. На їхню думку, чорні діри могли з'явитися в результаті так званого прямого колапсу — не із зірок, а з щільних скупчень газу в центрах перших галактик, які перебували в процесі свого формування.



Скупчення розігрівалися і надзвичайно сильно випромінювали радіацію, таким чином вони блокували появу молодих зірок у дедалі більш широкому просторі космосу.

Наявність величезної кількості вільної матерії (газу і пилу), припускають вчені, дозволило таким скупченням швидко набрати критичну масу і щільність. Після цього вони колапсували, залишивши після себе чорні діри масою в десятки і сотні тисяч сонць.

Зазначимо, чорні діри є двох видів.

Перші — це чорні діри відносно невеликого розміру, які народжуються в результаті загибелі старих зірок.

Другі — це надмасивні чорні діри, і, як вважають вчені, саме такі першими з'явилися у Всесвіті.

Але як вони могли з'явитися, якщо в період раннього Всесвіту не було зірок, з яких вони могли утворитися, досі є загадкою.

Нагадаємо, астрофізикам вдалося отримати перше в історії зображення тіні «чорної діри». Зображення отримали фахівці міжнародної колаборації Event Horizon Telescope (Телескоп горизонту подій).

Об'єкт, що масою у 6,5 млрд разів перевищує масу Сонця, знаходиться у центрі галактики M87 в сузір'ї Діви на відстані понад 50 млн світлових років від Сонячної системи.

Також повідомлялося, що астрофізики виявили в околицях надмасивної чорної діри у центрі Чумацького Шляху кілька дуже дивних об'єктів, схожих на хмари газу, але поведуться вони, як зірки. Астрономи також з'ясували, що хмарам вдалося пережити зустріч з чорною дірою.

Понад рік тому в чорну діру відправили послання (радіосигнал із «посланням миру і надії») покійного фізика-теоретика Стівена Хокінга.

## Як утворився Чумацький шлях

Визначити це допоміг космічний телескоп Gaia.

Фахівці Канарського інституту астрофізики вважають, що змогли розкрити важливу таємницю Чумацького Шляху.



Раніше астрономи вважали, що ця Галактика утворилася з двох різних груп зірок, але як вони об'єдналися, було незрозуміло.

Астрономи заявили, що карликова галактика Gaia — Enceladus зіткнулася з Чумацьким шляхом, коли він був ще в зачатковій фазі.

Встановити це допоміг космічний телескоп Gaia: завдяки йому фа-



хівці точно виміряли місце розташування, яскравість і віддаленість один від одного приблизно одного мільйона зірок, а також визначили приблизний склад.

Виявилось, що усі небесні тіла в середньому одного віку, але одна група зірок розмістилася на нинішніх координатах після хаотичних рухів — це говорить про зіткнення, яке сталося близько десяти мільярдів років тому.

Поглинання галактики само по собі не відкриття: раніше повідомлялося, що Андромеда злилася з «сусідкою» два мільярди років тому, а через чотири мільярди років від нинішнього дня вона вріжеться у Чумацький Шлях.

Втім, Земля, за прогнозами учених, уникне зіткнення. А ось що буде з Сонцем, незрозуміло.

## Час припинення існування Всесвіту

У Японії науковці університету Токіо і Національної астрономічної обсерваторії зробили прогноз про те, коли настане кінець Всесвіту. У розрахунках їм допомогло спостереження за 10 мільйонами галактик у видимій частині Всесвіту за допомогою щонайпотужнішого телескопа на Гаваях.

Отримані дані вони співставили з правилами гравітації, поведінкою темної матерії у космосі, законів термодинаміки і Теорією Великого вибуху.

Попри те, що вони не перші, хто робив подібні розрахунки, японські вчені змогли якомога точніше передбачити час загибелі Всесвіту.

Судячи з їх результатів, Всесвіт житиме набагато довше, ніж передбачалося раніше.

Результати показали, що кінець Всесвіту настане не раніше, ніж через 140 млрд років.

Нагадаємо, що вік Всесвіту складає лише 13,79 млрд років.

Як підкреслив професор Тиаке Хикаге, він і його команда планують продовжити подальше дослідження інших галактик, щоб отримати ще точніший час припинення існування Всесвіту.



## Уява в людині з'явилася близько 70 тисяч років тому

Американські вчені висунули теорію виникнення уяви, як основи сучасної мови і людської цивілізації. Відповідно до цієї гіпотези, уява з'я-

вилася близько 70 тис. років тому в результаті рідкісної мутації генів, що відповідають за розвиток мозку. Можна припустити, що кілька дітей з такою генною мутацією «винайшли», у процесі спілкування, певні елементи сучасної мови і закріпили отриману навичку, передавши цю інформацію нащадкам.



Головний автор цієї гіпотези, доктор Андрій Вишедський, опублікував свою роботу в журналі *Research Ideas and Outcomes*.

Теорія Вишедського пропонує можливе вирішення проблеми, яка тривалий час стоїть перед антропологами, нейрофізіологами та іншими вченими.

Сучасна наука встановила, що мовний апарат, подібний до ниніш-

нього, розвинувся у людей близько 600 тис. років тому.

В цей період наші предки розділилися на неандертальців (*Homo neanderthalensis*) і кроманьйонців (*Homo sapiens*).

Водночас археологи стверджують, що початок розвитку сучасної цивілізації відбувся на півмільйона років пізніше — близько 70 тис. років тому. Саме тоді вперше з'являються складні знаряддя, штучні житла і похоронні ритуали, неможливі без участі уяви та винахідницької діяльності.

Причини затримки у розвитку нашого виду досі залишалися загадкою.

Для її вирішення Вишедський запропонував так звану гіпотезу Ромула і Рема.

Вчений стверджує, що ключ до сучасної мови у всіх сучасних мовах — зміст повідомлення — передається не лише за допомогою синтаксису і граматики, а також за допомогою здібності людини протиставляти об'єкти і явища у своїй уяві, так званого префронтального синтезу. Саме префронтальний синтез формує завершені образи у нашому розумі, уможливаючи правильне розуміння простого речення, коли однакові слова подаються у різному порядку («*ми не раби*» і «*раби не ми*») і складні описові конструкції («*змія на скелі ліворуч від високого дерева за тим пагорбом*»).

Таку гнучкість словесних конструкцій лінгвісти називають рекурсією, а всі сучасні людські мови — рекурсивними.

Доктор Вишедський і його колеги досліджували розвиток уяви у сучасних дітей. Вчені з'ясували: діти, чий доступ до мови у ранньому дитинстві був обмежений, не отримали можливості розвинути активну конструктивну уяву, необхідну для протиставлення уявним образам. У зрілому віці такі люди мало використовують префронтальний синтез, їх словесні конструкції простіші, а окремі елементи, такі як прийменники,

що описують місце розташування предметів, у їхньому мовленні зустрічаються дуже рідко.

Дослідники встановили, що розвиток уяви і мовлення можливі у ранньому дитинстві, і задалися питанням появи рекурсивної мови.

Примітно, що у неандертальців період активного формування префронтальної кори був меншим, ніж у кроманьйонців, і вони не встигли розвинути уяву і почати користуватися такою мовою.

Доктор Вишедський вважає, що затримка у півмільйона років між формуванням мовленнєвого апарату і появою рекурсивної мови пояснюється наявністю еволюційного бар'єра.

Кроманьйонцям необхідно було не лише розвинути здатність до префронтального синтезу, а й встигнути закріпити цю навичку. Період формування у них необхідних навичок був довшим, ніж у неандертальців, проте і його було недостатньо для подальшого еволюційного стрибка.

### ***Мутації, як умова прориву.***

Вчені встановили, що мутації, які сприяють появі префронтального синтезу і збільшують період його формування у окремих індивідуумів, відбулися упродовж одного покоління.

Доктор Вишедський припустив, що у певний момент у людському суспільстві одночасно з'явилися і зустрілися дві (або більше) дитини з однаковою мутацією генів. Діти закріпили отриману навичку, розмовляючи одна з одною, і фактично винайшли деякі елементи сучасної мови, а потім передали цю інформацію нащадкам, — які також володіли необхідними генами.

Дослідники назвали гіпотезу на честь Ромула і Рема, вихованих вовчицею міфологічних засновників Риму (оскільки діти були виховані колективом стародавніх людей, які, як і вовчиця, мовою не володіли).

Такий «винахід» рекурсивної мови трапляється навіть зараз, наприклад серед глухих дітей у Нікарагуа, зазначають науковці.

Вишедський стверджує, що мутація генів, яка відповідає за розвиток мозку, призвела до остаточного оформлення *Homo sapiens* в окремий вид і поклала початок цивілізації на землі. «Новонабуті здатності до швидкого зіставлення ментальних об'єктів за допомогою префронтального синтезу сильно посприяли розумовому моделюванню і різко прискорили технологічний прогрес. Людині, що вперше навчилася відпрацьовувати у розумі будь-які плани і ділитися ними з оточуючими, дуже скоро належало стати домінуючим видом», — пояснив Вишедський.

## Експеримент, який зруйнував теорію існування темної матерії

Чому темна матерія не вбиває людей: учені знайшли пояснення.

Учені провели уявний експеримент, який зруйнував одну з теорій існування темної матерії.

У теорії, частки темної матерії вбивали б людей щодня, але цього не відбувається. Попри постійні космічні зіткнення галактик, від удару темної матерії ніхто «не помер».

Фізики у своїй новій теоретичній роботі спробували пояснити, чому таємнича темна матерія не смертельна для людини або, принаймні, не робить на нього ніякого впливу.

Астрономи і астрофізики давно виявили, що значна частина маси Всесвіту виявилася прихованою. Це було доведено шляхом спостережень за рухом галактик, які деформують далеке світло сильніше, ніж очікувалося. Так було висунуто теорію про існування певної темної матерії, яка ніяк не взаємодіє зі звичайною речовиною. Сам факт того, що ми живемо на Землі, може дати певне уявлення про те, чим не є темна матерія.

У новій теоретичній роботі дослідники говорять, що саме тіло людини може служити детектором темної матерії.

Зараз існує багато кандидатів на темну матерію, більшість з яких мають щось спільне: вони взаємодіють з речовиною винятково гравітацією, однак не справляють впливу з іншими фізичними силами, такими, як електромагнетизм.

Це означає, що замість терміну «темна», її краще представляти як «невидима» або «прозора».

Учені витратили чимало часу і зусиль на створення детекторів, аби знайти цю невлочиму темну матерію. Більшість експериментів працюють за однією і тією ж схемою: побудувати неймовірно чутливий датчик, захистити його від будь-яких потенційних джерел, які можуть викликати неправдиві спрацьовування і чекати. Подібні «пастки» поки не спрацювали.

Нещодавно вчені Джагджит Сингх Сидху і Гленн Старкман з Університету Кейс Вестерн Резерв, і Роберт Дж. Шеррер з Університету Вандербільта розглянули ще один клас часток, які в теорії є дуже великими — вімпи.

Проте, ось у чому справа: якби така частка існувала, то у людей по всьому світу постійно реєстрували б нез'ясовні вогнепальні поранення. Та насправді цього не відбувається.

Це означає, що одна з теорій, яка пояснює темну матерію, що складається з вімпів, просто невірна.

Результати теоретичного дослідження були опубліковані на науковому ресурсі arXiv. «Стаття вийшла захоплюючою, бо стала прикладом того, як можна виконати уявний експеримент і отримати результат, нехай навіть і нульовий. Подібні дослідження ілюструють одну з безлічі проблем,

з якими стикаються фізики-теоретики. Їм доводиться підключати свою уяву, аби зрозуміти, як вирішувати проблеми на зразок пошуку і пояснення темної матерії», — підсумували вчені у електронному листі.

По суті, стаття є просто уявним експериментом, використовуючи лише загальновідомі теорії, математичні обчислення, позбавляючи необхідності проводити дорогі експерименти. Причому, не завжди такі експерименти виявляються результативними, що економить ресурси.

Вімп — це гіпотетична слабозаємодіюча масивна частка. Ці частки є кандидатами на роль основного компонента холодної темної матерії, однак їх дуже важко виявити експериментально. Маса вімпів має бути, як мінімум, у кілька десятків разів більше маси протона.

Передбачається, що з чотирьох фундаментальних взаємодій вімпи беруть участь лише в слабкій і гравітаційній взаємодії.

Варто зазначити, що це не перший випадок, коли учені розглядають вплив темної матерії на організм людини. У 2012 році Кетрін Фриз з університету Мічигану і Крістофер Севидж з Північного інституту теоретичної фізики розглянули можливість шкідливої дії вімпів на людей, в результаті було встановлено, що вони не є, або принаймні не впливають на людину, як нейтріно.

## **Можливість появи чорних дір без участі зірок**

Надмасивні чорні діри могли з'явитися в результаті колапсу щільних скупчень газу і пилу.

Учені з Університету Західного Онтаріо довели, що надмасивні чорні діри могли з'явитися у ранньому Всесвіті, в результаті колапсу щільних скупчень газу, проминувши попередній етап еволюції і вибуху масивної зірки.

Як повідомляє Nakedscience, це може стати поясненням того, як подібні об'єкти могли з'явитися уже незабаром після Великого вибуху.

За «класичною» схемою, чорна діра завершує існування масивної зірки. Потім вона починає поступово набирати масу, поглинаючи газ та інші зірки, і зливатися з іншими чорними дірами.

Для того, щоб маса подібного об'єкта досягала мільйонів і мільярдів сонячних, може знадобитися дуже багато часу. Водночас, деякі надмасивні чорні діри з'явилися вже через 690 і 800 млн років після Великого вибуху.

У новому дослідженні вчені запропонували своє пояснення цього феномена.

Дослідники розглянули концепцію народження чорних дір не з великих зірок, а безпосередньо зі щільних скупчень матерії у центрах протогалактик. Розігріваючись і інтенсивно випромінюючи, такі скупчення блокують появу молодих зірок у дедалі більшому просторі. «Вільного» щільного газу стає дедалі більше, допоки він не колапсує, залишивши діру масою

в десятки й сотні тисяч мас Сонця — надалі їй залишається лише рости і набирати більше речовини.

У новій роботі вчені підтвердили такий сценарій.

Як і в деяких інших об'єктах, зростання чорних дір визначається межею Еддінгтона — відношенням спрямованого назовні тиску випромінювання і сили тяжіння, спрямованого всередину.

Дослідники запропонували математичну модель цього процесу, показавши, що він дійсно міг розвиватися упродовж нетривалого часу.

Проте незабаром випромінювання новонароджених зірок та інших дір досягло критичної межі — і прямий колапс нових надмасивних дір став неможливий.

## Про поклади дорогоцінних металів під поверхнею Місяця

Місяць і Земля мають загальну історію.

Геологи з Канади і США представили нове дослідження, яке доводить, що глибоко під поверхнею місяця може знаходитися справжня скарбниця, — великі поклади дорогоцінних металів.

Команда, очолювана професором Джеймсом Бренаном з Університету Делхаузі провела паралелі між покладами корисних копалини, знайденими на Землі і на Місяці.



«Ми знайшли зв'язок між змістом сірки у місячних вулканічних породах з присутністю сульфїду заліза глибоко під поверхнею Місяця, — говорить доктор Бренан. — А вивчення родовищ корисних копалини на Землі показує, що сульфїд заліза є ідеальним місцем для «зберігання» дорогоцінних металів, таких, як платина і паладій».

Отримані в ході дослідження результати свідчать про те, що сірка у Місячних вулканічних породах, по суті, вказує на присутність сульфїду заліза у цьому ж місці у глибинах Місяця. Це означає, що якщо механізм утворення порід на Місяці аналогічний Земному, то в його надрах можуть знаходитися велетенські поклади дорогоцінних металів.

На користь цієї теорії говорить і загальноприйнята гіпотеза про утворення природного супутника Землі. Вона свідчить, що Місяць сформувався близько 4,5 млрд років тому після удару об нашу планету масивного об'єкта, який вирвав частину матеріалу і «відніс» його убік.

Тобто, Місяць і Земля мають загальну історію, тобто мають і схожий склад.

Щоб перевірити свої припущення, Бренан, разом з колегами, провів ряд експериментів з відтворення екстремальних тисків і температури усередині Місяця. Це дозволило визначити, скільки сірководню здатно утворитися на нашому супутнику.

Потім дослідники проаналізували склад, що вийшов, і виміряли об'єм вмісту в нім сульфїду заліза.

Досліди довели, що його виявилось достатньо для «зв'язку» з дорогочінними металами.

Проте, на відміну від Землі, на Місяці ймовірно, ці метали не викидалися на поверхню з потоками лави, а залишилися глибоко всередині. Втім, знадобляться додаткові дослідження, які на Місяці поки що провести неможливо.

## **Що таке темні фотони і чому вчені за ними полюють**

Фізики проаналізували дані про зіткнення елементарних часток у Великому адронному колайдері. Невидимі для нас фотони поки не знайшли, однак це не означає, що темної матерії не існує.

Нещодавно команда астрофізиків, яка аналізує дані з телескопа Hubble, дійшла висновку, що вчені помиляються щодо швидкості розширення Всесвіту, або так званої постійної Хаббла.

Замість того, щоб брати за основу реліктове випромінювання Всесвіту, дослідники вирішили використати мерехтіння віддалених об'єктів — скупчень зірок-цефеїдів або червоних велетенський зірок.

За допомогою розрахунку періодичності їх мерехтінь, учені задалегідь встановили, що швидкість розширення Всесвіту становить 69,8 (км/с) /мегапарсек (один парсек = 3,26 світлові роки або 30,8 трлн км), а не 67,4 (км/с) /мегапарсек, як прийнято вважати останні кілька десятиліть.

Вимірювання швидкості розширення Всесвіту — це лише мізерна частина складного рівняння, адже вчені досі не знають, чим пояснюється цей процес.

Найпоширенішою теорією розширення Всесвіту є темна матерія — загадкова речовина, яка нібито формує приховану масу усіх об'єктів і є причиною високих швидкостей їх обертання.

Якщо така матерія дійсно існує — вона повинна займати величезну частину усього Всесвіту. Однак проблема в тому, що темна матерія є невидимою для нас, оскільки вона не випускає електромагнітного випромінювання, не взаємодіє з ним безпосередньо і, ймовірно, складається з часток, про які ми ще не знаємо.

Єдиний можливий інструмент, за допомогою якого можна засікти темну матерію, — це гравітація: темна матерія не поглинає, не відбиває

і не випромінює світло, але частки, з яких вона складається, повинні мати власну масу і, очевидно, піддаватися дії гравітаційного поля.

Однією, із запропонованих науковцями часток, що формують темну матерію, є темні фотони. Будучи аналогом звичайних, видимих для нас фотонів, темні фотони так само повинні володіти масою і, так чи інакше, взаємодіяти з фотонами у нашому світі.

Фізики шукають темні фотони у Протонному суперсинхротроні — другому за величиною прискорювачі часток у Великому адронному колайдері (БАК).

За великим рахунком, цей процес полягає в тому, щоб зіштовхувати протони і аналізувати продукти їх розпаду, серед яких можуть бути досі невідомі науці елементарні частки, включаючи темні фотони.

Попри те, що БАК зараз перебуває в ремонті і в ньому не проводять ніяких досліджень, науковці аналізують масиви даних про попередні зіткнення і шукають незвичайні частки. За останні три роки їм вдалося знайти мільярди електронів, загальною енергією близько 100 Ге В.

Електрони з високою енергією також створюють фотони, але серед них фізики поки що не знайшли темних фотонів, які можуть взаємодіяти або відбирати енергію у звичайних фотонів.

Та це не означає, що темних фотонів і зовсім не існує. Учені припускають, що вони можуть мати набагато меншу енергію і не часто взаємодіяти зі звичайними фотонами.

Отже, треба продовжувати аналізувати дані про зіткнення і шукати будь-які неспів-падіння, які можуть привести до відкриття досі невидимих для нас темних фотонів і, як наслідок, темної матерії.

## **Як теоретично можна прокласти шлях через кротову нору**

Вчені з Каліфорнійського університету придумали, як теоретично можна прокласти шлях через кротову нору. Для цього потрібні чорні діри з протилежним електричним зарядом і космічні струни.

Кротова нора або червоточина — це один з найбажаніших об'єктів для вчених-астрофізиків, який може не лише перемістити людину на величезні космічні відстані, а й довести, що всі припущення щодо чорних дір та їх фантастичних властивостей є правдою.

Тривалий час кротові нори залишаються у центрі творів письменників-фантастів і режисерів науково-фантастичних фільмів. І коли б не дослідження та припущення вчених щодо цих незвичайних об'єктів, Стенлі Кубрик не зняв би своєї Космічної одиссеї, Джонатан Нолан не написав би сценарію до Інтерстеллару, а у Моргані Фрімена не було б своєї передачі на телеканалі Discovery.



## Що таке Кротова нора?

Червоточинами називають гіпотетичні об'єкти, які з'єднують дві точки простору-часу і викривляють його, формуючи свого роду тунель.

У теорії, все, що потрапляє до кротової нори може зробити гіпер-просторовий стрибок і подолати величезні відстані (наприклад, за лічені миті перенестися в іншу галактику).

В енциклопедії Британіка зазначається: «Кротова нора — це рішення рівнянь поля в загальній теорії відносності Альберта Ейнштейна, яке нагадує тунель між двома чорними дірами або іншими точками у просторі-часі. Такий тунель забезпечив би найкоротший шлях між його кінцевими точками».

У буквальному сенсі, червоточина дозволяє просвердлити простір, як зігнутий аркуш паперу, щоб не пересуватися по всій його поверхні, а пройти безпосередньо через отвір.

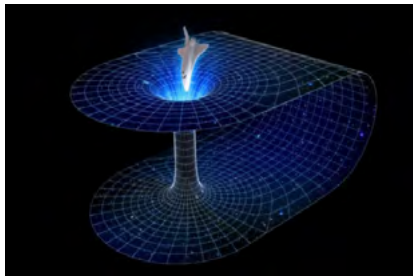
Вважається, що найпоширеніший варіант кротової нори — це тунель між двома чорними дірами. Але, проблема в тому, що чорні діри оточені радіацією, космічним пилом і газами, які можуть дестабілізувати крихкі червоточини. І це не кажучи вже про сингулярність чорних дір, яка, знову ж, за припущенням вчених, буквально сплющує і поглинає усі об'єкти в ній, впливаючи сильним гравітаційним полем та надзвичайно високими температурами при незворотному прискоренні.

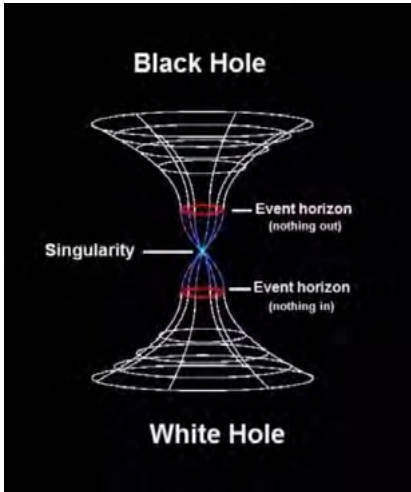
Тому, однією з умов існування кротової нори є так звана екзотична матерія, — це речовина, яка має негативну щільність енергії і потенційно може стабілізувати об'єкти, що потрапляють до кротової нори, від надмірних перевантажень і руйнівного прискорення.

Досі невідомо, що може виступити в ролі екзотичної матерії, і чи існує вона взагалі. Хоча, нещодавно вчені з Каліфорнійського університету в Санта-Барбарі опублікували дослідження, у якому запропонували, як можна створити кротову нору.

### *Інструкція зі створення червоточини*

Фізики Зікао Фу, Бріанна Градо-Уайт і Дональд Марольф припустили, що для протидії руйнівному ефекту чорних дір та нестабільності кротової нори потрібно використовувати чорні діри з протилежним електричним зарядом.





Ще на початку минулого століття німецький інженер Ганс Рейснер і фінський фізик-теоретик Гуннар Нордстрьом в теорії довели існування таких об'єктів за допомогою математичних розрахунків.

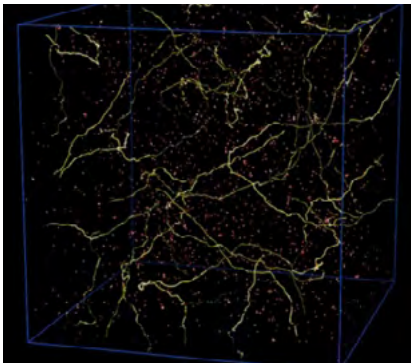
Чорні діри з протилежним електричним зарядом дозволять не лише увійти у червоточину, а й вибратися з неї, оскільки простір всередині такої кротової нори сповільнюватиметься і в буквальному сенсі крутитиметься назад, виштовхуючи звідти об'єкти.

Проте, питання нестабільності залишається актуальним навіть для чорних дір з протилежним електричним зарядом: будь-який об'єкт, що потрапить у тунель між такими

чорними дірами, може легко порушити крихкий зв'язок між ними і перетворити їх назад в одну чорну діру з нейтральним зарядом, залишившись там назавжди.

Ось тут і вступає в силу вищезгадана екзотична матерія.

Для стабільного існування кротової нори між двома чорними дірами з протилежним електричним зарядом вчені з Каліфорнії запропонували використовувати так звані космічні струни. Цей гіпотетичний об'єкт має діаметр найменшої частинки (приблизно діаметр протона), але може розтягуватись на неймовірні космічні відстані у десятки парсек (один парсек = 3,26 світлових років або 30,8 трлн км).



Це відбувається через неймовірну щільність таких струн, навіть кілька міліметрів яких можуть важити мільйони тон.

Поки що дослідники не змогли довести існування космічних струн і ми не знаємо, чи є вони взагалі десь у Всесвіті. Але позаяк ми вже говоримо про створення кротової нори, і в теорії ці струни можуть існувати — чому б не скористатися ними?

Зікао Фу, Бріанна Градо-Уайт і Дональд Марольф пропонують

використовувати здатність космічних струн розтягуватися на величезні відстані і запустити їх крізь нашу червоточину з протилежно заряджених чорних дір. На думку вчених, це має не лише запобігти з'єднанню чорних дір одна з одною, а й стабілізуватиме тунель між ними, діючи, як негативна маса, що гаситиме усі вібрації.

По суті, космічні струни є головним елементом у створенні червоточини і виступають у ролі шосе, що проходить через звичайний простір, заходить в одну чорну діру і виходить з іншої, прокладаючи шлях для гіперпросторового стрибка.

### *І куди ми залетимо?*

Попри дослідження і розрахунки американських фізиків, навіть якщо їм вдасться створити стабільну кротову нору в реальності — це не означає, що такий портал обов'язково з'єднає дві точки простору-часу і сформує найкоротший шлях між ними.

Вчені з Гарвардського університету припустили, що кротові нори можуть заплутувати і збільшувати відстані між двома точками у космосі.

Професор фізики Даніель Яфферіс взяв за основу теорію, у якій не існує екзотичної матерії, і кінцеві точки кротової норі з'єднані одна з одною безпосередньо. Відповідно до теорії моста Ейнштейна–Розена або непрохідної діри, кротова нора формує заплутаність елементарних частинок, навіть якщо вони розташовані на відстані у мільярди світлових років одна від одної.



Грунтуючись на цьому, Яфферіс припустив, що елементарні світлові частинки — фотони — також можуть проходити крізь кротові нори.

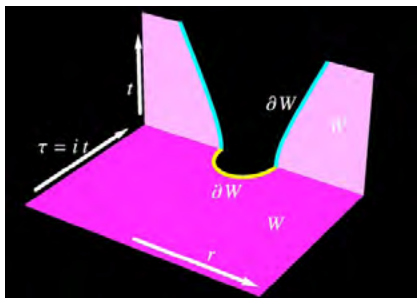
Провівши теоретичні експерименти зі своїми напарниками Пінгом Гао і Ароном Уоллом з Гарвардського і Стенфордського університетів, вчені зробили висновок, що проходження крізь кротові нори може бути зовсім не найкоротшим шляхом для подолання величезних відстаней у Всесвіті.

«Проходження кротової норі займає більше часу, ніж прямий рух, тому вони не дуже корисні для космічних подорожей», — говорить Даніель Яфферіс. Згідно з результатами роботи фізиків, фактична відстань між двома чорними дірами у космічному просторі є меншою, ніж відстань між ними у кротовій норі.

«Це дає причинно-наслідковий аналіз областей, які в іншому випадку були б поза полем видимості. Це вікно для спостерігача всередині простору-часу, доступне ззовні. Я вважаю, що це навчить нас глибоких речей про

відповідність вимірювань та гравітації, квантової гравітації і навіть, можливо, про новий спосіб формулювання квантової механіки», — пояснює професор з Гарварду.

## Про неможливі надсвітлові подорожі у «кротовій норі»



Фізики висунули теоретичну модель, у рамках якої можлива поява двох чорних дір з ототожненими горизонтами, — тобто прохідної кротової норі.

Такий тунель у просторі-часі гіпотетично може виникнути самостійно, але вірогідність зменшується зі збільшенням горловини і відстаней між входами.

Проте можливість його існування у нашому Всесвіті не доведе-

но, а подорож через таку кротову нору не буде швидшою, ніж в обхід, тобто не зможе забезпечити навіть уявного перевищення швидкості світла, пишуть автори в журналі *Classical and Quantum Gravity*.

Загальна теорія відносності (ЗТВ) передбачає існування чорних дір — об'єктів з екстремальною гравітацією, що містять сингулярність у центрі, яка не дозволяє залишити її околицю ніяким тілам.

Теоретики давно висунули ідею про можливість існування кротових нор, що також називаються червоточинами. Такі об'єкти можуть для зовнішнього спостерігача виглядати як чорні діри, але усередині їх знаходиться не сингулярність, а топологічне нетривіальне викривлення простору. У класичній фізиці, розділом якої є Загальна теорія відносності, неможливе існування прохідних кротових нір. Це наслідок принципу топологічної цензури, який стверджує, що у разі справедливості ізотропної умови енергодомінантності (Null energy condition) (NEC), будь-яка причинна крива, що починається і закінчується на нескінченності, може бути зведена до тривіальної.

Ізотропна умова енергодомінантності стверджує, що тензор енергії-імпульсу («джерело» гравітації у ЗТВ, що об'єднує енергію і потік енергії та імпульсів усіх полів матерії) задовольняє співвідношенню  $\mathbf{k} \geq 0$ , де  $\mathbf{k}$  означає будь-який світлоподібний вектор.

Що ж до нашого Всесвіту, який розширюється, NEC означає, що щільність енергії падає з часом. Тривалий час вважалося, що теорії з порушенням NEC неминуче містять неприйнятні нестійкості і не можуть бути несуперечливими. Проте, теоретики вже продемонстрували, що розгляд завдання у контексті квантової теорії поля може призводити до інших

висновків. Зокрема, завдяки їй ефектам можливе короточасне виникнення ситуації, яку можна ефективно описати за допомогою матерії з негативною щільністю енергії. Речовина з такими властивостями може порушувати NEC і при цьому не викликати нерозв'язних теоретичних проблем.

Фізики-теоретики із США і Великобританії під керівництвом Дяньдяня Ваня (Dianfan Wang) з Каліфорнійського університету в Санта-Барбарі описали можливий механізм виникнення прохідних кротових нір, існування яких підтримується за рахунок ефектів квантової теорії поля.

Теоретичну можливість існування таких об'єктів учені вже розглядали, але в новій роботі викладається схема, за якою вони могли б виникнути.

Раніше вважалося, що в такому процесі квантового тунелювання з'явиться горловина, що віддаляється з великою швидкістю, а прохідність кротової нори стає дедалі менш вірогідною при великій відстані між входами. Проте Ван і колеги показали, що можлива інша ситуація.

Автори розглядають розрив космічної струни, в результаті якої виникає пара точкових часток. Вони показують, що можливе існування такої фонові метрики простору-часу, в якій частки з'являться на кінцевій відстані і при цьому матимуть скільки завгодно малі відносні прискорення.

Згідно з оцінками авторів, виникаючий тунель може бути стійкий упродовж тривалого часу, для малих розмірів аж до порівнянного з поточним віком Всесвіту.

При цьому необхідно зазначити, що фізики для простоти розглянули появу часток, а не чорних дір з ототожненими горизонтами, хоча за їхнім твердженням заміна об'єктів не повинна призводити до істотних змін далеко від горизонтів.

Ще однією обставиною є те, що відповідні, для виникнення кротових нір умови, вдалося знайти лише у конкретних варіантах фонові метрики, усі вони близькі до антидеситерівського простору, що має усюди негативну кривизну, і не відповідає такою, яка оточує наш Всесвіт.

## Про найбільшу революцію з часів появи життя на Землі

Ізраїльський історик, автор бестселерів «Sapiens: Коротка історія людства», «Homo Deus» і «21 урок для XXI століття» Юваль Ной Харарі у ході прес-конференції в Києві у рамках форуму Facing the Future розповів, чи зникнуть у майбутньому більшість професій, як мінятиметься людство у зв'язку з розвитком штучного інтелекту.



Юваль Ной Харарі  
Фото: Олександра Кужельного

Ми, напевно, останнє покоління Homosapiens. Так само як і уран — нестабільний елемент, так само нестабільне покоління Homosapiens.

Якщо стиснути разом величезну кількість атомів урану, то ми отримаємо ядерний вибух.

Теж саме станеться, якщо ми зберемося разом з людьми, то ми також отримаємо величезний вибух.

Зараз на планеті Земля майже 8 млрд осіб і ланцюгова реакція не змусть себе чекати.

Існує два можливі результати «людського вибуху»: люди або знищать себе, або зведуть себе у божество в самому буквальному значенні цього слова.

Штучний інтелект і біотехнологія дають нам здібності, які традиційно вважалися божественними. Це, зокрема, уміння проектувати і створювати життя.

У Біблії описується, як Бог створює тварин, рослини і людей відповідно до своїх бажань.

Тепер ми вчимося проектувати і створювати тварин, рослини і навіть людей відповідно до наших бажань.

Ймовірно, найважливішими продуктами економіки 21 століття будуть не транспортні засоби, текстиль, продукти харчування і зброя, а тіла, мізки, розум, свідомість.

Це буде не просто велика революція в історії. Це буде найбільша революція з часів появи життя на Землі, — близько 4 млрд років тому.

Харарі розкритикував референдуми: рухне уся політична система.

За 4 млрд років не сталося ніяких принципових змін в основних правилах життя.

Упродовж 4 млрд років і амеба, і динозавр, і помідор склалися з органічних компонентів. і еволюціонували шляхом природного відбору.

Проте у XXI столітті природний відбір, ймовірно, буде замінений розумним задумом, який стане головною рушійною силою еволюції життя. Наш розумний задум буде новою рушійною силою. Люди створюють нове неорганічне життя.

Після 4 млрд років органічного життя, яке мінялося завдяки природному відбору, настає ера неорганічного життя, і в цьому процесі Homosapiens, швидше за все, зникне, тому що ми змінимо себе.

Через 200 років на цій планеті, ймовірно, пануватимуть істоти, які значно відрізнятимуться від нас, як ми відрізняємося від шимпанзе. Зараз ми ділимо з шимпанзе будову тіла, фізичні здібності, і навіть деякі ментальні властивості.

Упродовж наступних 200 років штучний інтелект і біотехнологія, швидше за все, повністю перетворять наші тіла, мізки розум, свідомість.

Хто в майбутньому домінуватиме на нашій планеті, залежить від того, яке рішення ми зараз приймемо: виберемо те, що добре для кор-

порації, в якій ми працюємо, країну, в якій живемо, або для усього виду *hominines* або, може, для усіх істот зі свідомістю (*sentientbeings*).

Якщо ми приймемо неправильну перспективу, результати можуть бути жахливими.

21 століття — це століття, коли людство створюватиме якісь нові форми життя — навіть органічні. Аби бути відповідальними, ми маємо враховувати все, з космічної точки зору. Я упевнений, що ми зможемо відреагувати на такі виклики.

## *Про освіту*

Є дуже багато питань щодо того, що в майбутньому станеться з тими, або іншими професіями. Я точно цього не знаю, я не є людиною, яка може щось прогнозувати. Я не знаю, як виглядатиме ринок праці через 20–30 років, тає ми знаємо точно, що він кардинально відрізнятиметься від нинішнього — він дуже швидко мінятиметься. Причиною цього є прискорення технологічних змін, штучний інтелект, машинне навчання, і, що цікаво, ми не наблизилися до кінця цієї революції. Це усього лише самий її початок. Це не означає, що буде величезна революція штучного інтелекту у 2025 році.

Штучний інтелект розвиватиметься ще більше, і ми навіть приблизно не знаємо цього потенціалу. Буде величезна революція до 2025 року, потім буде ще більша революція до 2035, а потім і до 45-го року. І весь цей час люди матимуть адаптуватися. Якщо ви хочете усе життя бути не в одній і тій же професії, — ви маєте себе знову і знову винаходити (знаходити).

Але це не означає, що в майбутньому зовсім не буде роботи. Робота буде, питання лише в тому, куди піти працювати. Це велика стресова проблема. Буде важко себе навчати.

## *Освоєння космосу*

Зараз людство дедалі більше цікавиться експлуатацією ресурсів на інших планетах, щоб підтримувати земну цивілізацію, наприклад, добувати метал на іншій планеті і перевозити його на Землю. До певної міри це може бути добре, бо частково це вирішує проблему забруднення довкілля. Я вважаю, що є потенціал у освоєнні космосу, але я також вважаю, що необхідно зосередитися на збереженні власної планети до того часу, як ми повністю зануримося у фантазії по завоюванню інших планет.

Варто підкреслити, що люди не зможуть вижити на інших планетах, оскільки еволюція нас прив'язала до унікальних умов на нашій планеті — навіть польоти на літаках прив'язані до земної гравітації.

Момент, коли ми зможемо створювати кіборгів або неорганічне життя, — усе змінить. Згадати науково-фантастичні фільми, де наші люди ле-

тять на інші планети. Коли ми перейдемо до неорганічних форм життя, тоді це буде більш можливо. Можливо, через кілька століть земна цивілізація почне вивчати інші планети і поширюватися у Сонячній системі або по Галактиці. Але це вже буде не людська цивілізація.

### *Про штучний інтелект*

Штучний інтелект зафіксував емоції, які виникали між ними і усе це контролював комп'ютер. От, коли комп'ютери стануть кращими за людей, що буде тоді? Чи буде мирне співіснування?

Насамперед варто зазначити, що існує два питання з цього приводу. Питання перше: чи зможуть комп'ютери ідентифікувати і визначати людські емоції? І друге питання: чи зможуть комп'ютери розрізнити ті емоції, які припускають щось погане, негативне — помилку?

Існує науково-фантастичний сценарій, коли робот абсолютно випадково себе усвідомлює. У нього з'являються емоції і почуття, і після цього робот намагається убити все людство. Це все нереально. Це фільми не про людський страх перед розумними роботами — це про те, що чоловіки боються розумних жінок. Бо, якщо ви згадаєте, там дуже часто роботи перетворюються на жінок, і цей вираз того, що часто чоловіки говорять: «Виявляється, що жінки можуть бути розумнішими за чоловіків. Що нам тоді робити?» — Тут я не бачу реалістичного сценарію, щоб у наступні кілька десятиліть у роботів з'явилася свідомість.

Так, роботи можуть бути набагато розумнішими за людину, але свідомість і розум — це абсолютно різні речі. Розум — це здатність вирішувати певні проблеми, свідомість — це здатність відчувати.

Ми, люди, вирішуємо проблеми, тому що у нас є почуття, а комп'ютер вирішує проблеми і завдання зовсім по-іншому, і немає жодних ознак того, що комп'ютери наближаються до розвитку у них свідомості. Наприклад, літаки набагато швидші за птахів, але пір'я у них не з'являється. Літаки використовують абсолютно інші методи. Тому з цього приводу нам не варто навіть переживати.

Проте комп'ютери, які навчаються розшифруванню людських емоцій, які навчаються маніпулювати людьми, — ось це насправді реально.

Для того, щоб розпізнавати емоції інших, потрібно вміти розпізнавати біологічну схему дій. От, як я можу дізнатися: ви боїтеся мене, чи захоплюєтеся мною? Я дивлюся на форму вашого обличчя, на ваші жести, на те, як поводитесь ваше тіло, слухаю тон вашого голосу і саме з цього я роблю висновки нудно вам, або я вам набрид. Для цього не потрібна свідомість — лише навички розпізнавання певних ознак. І тут виникає питання: Як це використати?

Наприклад, заміна водіїв вантажних автомобілів автопілотами. Це вже вимагає певного уміння розпізнавати емоції. Такий автоматизова-



ний вантажний автомобіль повинен уміти розпізнавати емоції перехожих, інших водіїв. Якщо вони побачать людину, яка гнівається, то така машина повинна подумати — проїздити швидше або зупиниться.

А наступний великий крок відбудеться через 20–30 років, коли комп'ютери стануть розпізнавати емоції краще за психологів. І на відміну від психологів і психотерапевтів, вони робитимуть це постійно. До психотерапевта ви можете приходити раз на тиждень на 20 хвилин, а штучний інтелект з вами буде 24 години на добу, сім днів на тиждень. Він постійно контролюватиме і моніторитиме вашу поведінку.

Тут є ризик того, що ми будемо постійно під контролем комп'ютерів. Комп'ютери удосконалюватимуться в розумінні людських емоцій і, врешті-решт, впливатимуть і мінятимуть наші емоції — це буде гірше навіть, ніж Великий брат».

## Дев'ята планета

Астрофізики зі США припустили, що гіпотетичною дев'ятою планетою, розташованою на віддаленій орбіті Сонячної системи може бути невелика чорна діра.

На початку 2016-го, астрономи Майкл Браун і Костянтин Багигін припустили, що в Сонячній системі насправді не вісім, а дев'ять планет.

Ні, йдеться не про чергові намагання надати Плутону статус повноцінної, а не карликової планети. Браун і Багигін помітили, що за орбітою Нептуна, на самому краю Сонячної системи, розташований деякий об'єкт, який приблизно у п'ять разів важчий за Землю.



Астрофізики змогли визначити це, аналізуючи скупчення крижаних тіл, які піддаються гравітаційній дії досі не видимого нами об'єкта, — ймовірно, дев'ятої планети, — або так званої Планети X.

Ще одним аргументом на користь існування масивного об'єкта на задірках Сонячної системи стало викривлення світла, яке відбувається, знову ж таки, завдяки переконливій гравітаційній дії чогось.

Розрахувавши траєкторію об'єктів, на які впливає гіпотетична дев'ята планета, вчені дійшли висновку, що вона знаходиться на відстані приблизно в 400 астрономічних одиниць а.е. Для порівняння: відстань від Землі до Сонця становить всього одну а.е. або близько 150 млн км.

За попередніми даними, дев'ята планета — це холодний газовий гігант, ядро якого складається з металів і силікатів, упакованих зверху в міцні льоди.

Якщо у планети є атмосфера, то вона має складатися з водню і гелію, а також часток водяного і метанового льоду.

Але, проблема в тому, що навіть найпотужніші з сучасних телескопів не можуть знайти цей об'єкт, оскільки він знаходиться занадто далеко від Сонця, і до нього не доходить сонячне світло, щоб ми могли помітити його відображення.

Оскільки питання існування дев'ятої планети залишилося відкритим, учені могли висувати найрізноманітніші гіпотези з приводу природи цього об'єкта. Одне з найбільш екзотичних припущень належить двом американським астрофізикам з Даремського університету і університету Іллінойса в Чикаго.



У вересні 2019 року учені опублікували роботу на порталі ArXiv, у якій описали, що загадкова дев'ята планета і зовсім може бути невеликою чорною дірою. За їхніми припущеннями, діаметр такої чорної діри всього близько кількох дюймів, і якщо навіть вона була б розміром з кулю для боулінгу — цей мініатюрний монстр все одно важитиме в 10 разів важче за Землю.

Розмір передбачуваної чорної діри в масштабі 1:1.

Якщо це насправді так, і на околиці Сонячної системи знаходиться чорна діра, — куряче яйце, яка утворилася незадовго після Великого вибуху і випадково потрапила під гравітаційну дію Сонця, — шансів на виявлення такого об'єкта ще менше.

Річ у тім, що навіть маленька чорна діра поглинає світло, і відшукати її за допомогою існуючих телескопів буде у край важко.

Одним з небагатьох шансів для учених на виявлення цієї чорної діри залишається світло від радіаційного випромінювання навколо неї, яке з'являється, коли діра пожирає об'єкти біля себе. Для цього ученим треба почекати, коли поблизу передбачуваної міні-чорної діри виявиться скупчення якихось космічних каменів або газів, щоб процес їх анігіляції видав положення об'єкта, що влаштував переполох з кількістю планет у Сонячній системі.

Незважаючи на незвичайну гіпотезу американських астрофізиків, один з авторів відкриття можливої дев'ятої планети Костянтин Батигін не виключає такого сценарію.

«Дев'ята планета може бути навіть гамбургером, який важить у п'ять разів більше за Землю, і математика все одно працюватиме правильно. Звичайно, у гамбургера є відносне альbedo (відбиваюча здатність) з планетою, але чорну діру розміром з ваш гаманець знайти дещо складніше», — прокоментував Батигін для Gizmodo.

За його словами, гіпотеза про мініатюрну чорну діру може виявитися вирашною, якщо глибші дослідження учених не виявлять дев'ятої плане-

ти, а на космічні об'єкти за орбітою Нептуна продовжить впливати невидима для нас стороння сила.

## Про можливе таємниче зникнення майже всієї антиматерії

Бозон Хіггса міг «викрасти» антиматерію з нашого Всесвіту — учені.

Елементарні частинки — бозони Хіггса, можуть бути відповідальними за таємниче зникнення майже всієї антиматерії, коли наш Всесвіт був ще дуже молодим.

Такого висновку дійшла група американських учених, намагаючись знайти пояснення цього загадкового явища.

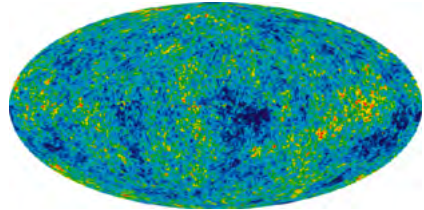
Майже під час кожної взаємодії між субатомними частинками рівномірно виробляються антиматерія (ідентична нормальній речовині, але з протилежним зарядом) і нормальна речовина.

Однак, коли вчені досліджують Всесвіт, вони майже не спостерігають у ньому антиматерії.

За оцінками фізиків, на кожен частинку антиматерії у космосі припадає близько мільярда частинок нормальної речовини.

Наразі ніхто ще не зміг надати цілісного, послідовного пояснення такому домінуванню звичайної матерії над антиматерією, однак природа залишила кілька підказок, що можуть допомогти віднайти рішення цієї проблеми.

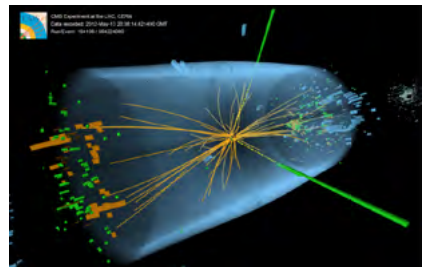
Так, жодних свідчень про велику кількість антиматерії не виявлено у так званому космічному мікрохвильовому фоні (реліктовому випромінюванні) — теплі, що залишилося від Великого вибуху, який стався у момент народження Всесвіту.



Карту реліктового випромінювання, створено за допомогою спостережень космічного апарату WMAP, фото: NASA

Це свідчить про те, що зникнення антиматерії сталося у дуже ранньому Всесвіті, який був досить божевільним місцем, зі складними, погано зрозумілими фізикам законами поведінки.

Згідно із запропонованою ученими теорією, бозони Хіггса на самому початку існування Всесвіту могли створювати дисбаланс у певних взаємодіях між основними частинками, що призвело до сучас-



ної асиметрії між речовиною та антиматерією. Вони могли створювати потік нормальної речовини, що стикалася з антиречовиною. В результаті цього обидва типи речовини взаємознищувалися та зникали.

Отже, значна частина цього потоку матерії могла знищити більшість антиречовини та приховати сліди її існування у реліктовому випромінюванні. У цьому сценарії залишилося б достатньо нормальної матерії, щоб привести до сьогоденішнього Всесвіту, яким ми його знаємо.

*3D-модельювання виявлення бозона Хіггса внаслідок зіткнення протонів у 2012 році, фото: CERN*

Щоб це стало можливим, науковці пропонують додати до однієї відомої сучасній науці частинки Хіггса масою 125,09 GeV (гігаелектронвольт), відкритої у 2012 році, двох новачків, кожен з яких має масу близько 1000 GeV.

Це число є суто довільним, але було спеціально вибрано для того, щоб ці гіпотетичні елементарні частинки потенційно можна було виявити під час майбутніх дослідів із зіткнення елементарних частинок, адже немає сенсу прогнозувати існування частинки, яка ніколи не може бути виявлена.

Згідно із запропонованою теорією, ці два нові бозони розпадалися на потік частинок, які мали злегка різну швидкість і дещо відрізнялися «уподобаннями» щодо матерії перед антиречовиною.

Ці відмінності накопичувалися з плином часу, і коли починали працювати сучасні закони фізики, вже існувала досить велика розбіжність між кількістю частинок матерії і антиматерії у Всесвіті.

Нагадаємо, нещодавно учені «зменшили» масу однієї з елементарних частинок — нейтрино.

## Найважливіша проблема фундаментальної фізики



Переважання матерії над антиматерією, вважається однією з найважливіших проблем фундаментальної фізики.

Фізики Університету Канзасу і Брукхейвенської національної лабораторії у США припустили, що переважання звичайної, баріонної матерії над антиматерією у Всесвіті пояснюється існуванням трьох різновидів бозона Хіггса.

У момент Великого вибуху, коли температура Всесвіту була дуже високою, електромагнітні і слабкі взаємодії були єдиною електрослабкою взаємодією.

Дещо раніше вона була об'єднана з сильною ядерною взаємодією, а ще раніше — з гравітаційною.

Той час, коли усі чотири фундаментальні взаємодії були єдиним цілим, називався Епохою Великого Об'єднання (ЕВО) або епохою супер-симетрії.

На думку учених, утворення матерії і антиматерії сталося до закінчення ЕВО.

Головну роль у переважанні барионної речовини над антиматерією відіграли три частини: одна відома хіггсівська доля і дві ще не відкритих, кожна масою близько тисячі гігаелектронвольт.

Це значення вибране довільно, оскільки воно входить у межі виявлення детекторами на прискорювачах наступного покоління.

Гіпотетичний механізм має надати матерії переваги над антиматерією у мільярдному співвідношенні. Цей процес нагадує хіггсівський механізм, який призвів до порушення електрослабкої симетрії.

Антиматерія (антиречовина) складається з античастинок — двійників елементарних часток, що відрізняються від оригіналів зарядами і квантовими числами.

Реакція між частками і античастинками називається анігіляцією.

Переважання матерії над антиматерією, що спостерігається у Всесвіті, вважається однією з найважливіших проблем фундаментальної фізики.



## Можливість подорожей у часі через чорні діри

Індійський фізик Атарва Пальшеткар висловився на підтримку теорії про те, що подорожі у часі можливі за допомогою чорних дір. Вчений упевнений, що ці загадкові космічні області здатні змусити мільярди років минути за лічені хвилини. Загадкові чорні діри можуть виявитися ключем до подорожей у часі, про які марить чимало мрійників.

Така теорія з'явилася тому, що чорні діри здатні розтягувати час. Як приклад індійський фахівець наводить людей, які подорожують на космічному кораблі з максимальною швидкістю, тоді як інші залишаються на Землі.



Оскільки значення швидкості світла постійне для кожного з них, час на ракеті буде рухатися дещо повільніше. Теоретично, при наближенні до чорної діри здаватиметься, що час рухається нормально, однак для тих, хто спостерігає за цим процесом збоку, минуть тисячі років. Наближення до цієї області викликає уповільнення ходу годинника. При цьому в момент здійснення входу в чорну діру космічного корабля, його екіпаж зможе помітити, що час навколо за межами чорної діри почне помітно прискорюватися. Варто зазначити, що більшість представників сучасної науки вважають подорожі в часі не лише неможливими, а ще й марними. Свою позицію вони аргументують процесом «спагеттифікації», при якому величезна гравітаційна тяжіння стає настільки великим, що сила біля основи перевищує силу біля вершини. Як приклад наводиться подорож людини до чорної діри, під час якої вона буде розтягнутою до тієї точки, в якій просто перетвориться на потік атомів, спрямованих до центру чорної діри. Втім, упевнені дослідники, така подорож поки що неможлива хоча б тому, що до найближчої від Землі чорної діри доведеться подолати понад 6,5 тисяч світлових років.

## Планети, які можуть складатися з «дивної матерії»

Гіпотетична кваркова матерія може утворювати не лише зірки.



Ядра атомів звичайної матерії складаються з протонів і нейтронів, а ті, у свою чергу, складені кварками. Розрізняють шість видів («ароматів») кварків: наприклад, протони утворені двома верхніми (u-) і одним нижнім (d-) кварками, а нейтрони — одним u- і двома d- кварками. «Дивні» (s-) кварки виявлено за допомогою прискорювачів, їх утримують більш екзотичні частки.

За звичайних умов s-кварки довго не існують, швидко перетворюючись на стабільні продукти розпаду. Проте теорія передбачає, що вони можуть стабілізуватися величезною гравітацією у ядрах масивних нейтронних зірок. Навіть нейтрони розпадаються тут на верхні і нижні кварки. При подальшому збільшенні тиску і d-варки можуть переходити в s-, утворюючи «дивну», кваркову матерію. Деякі розрахунки показують, що вона може бути не лише набагато щільнішою, а й стабільнішою за звичайну матерію.

Більше того, при їх взаємодії звичайна речовина переходить у кваркову. Тому передбачається, що можуть існувати цілі кваркові зірки, хоча

поки що вченим не вдається достовірно підтвердити таку «дивну» природу ні для одного з відповідних об'єктів.

Проте Цзинь-Цзюнь Ген (Jin-Jun Geng) і його колеги з Нанкінського університету пропонують новий, можливо, простіший об'єкт для пошуків: «дивні планети», що складаються з гіпотетичної кваркової матерії. Їхню статтю прийнято до публікації в *The Astrophysical Journal* і поки що представлена в онлайн-бібліотеці препринтів arXiv.org.

Насправді, якщо щільність нейтронних і кваркових зірок розрізняється не занадто сильно, то «дивні» планети мають сильно виділятися на тлі звичайних.

В середньому відомі нам планети мають щільність близько  $30 \text{ г/см}^3$ , а ті, що складаються з кваркової речовини мають бути в трильйони разів щільніше. Така неймовірна щільність дозволяє їм зберігатися навіть перебуваючи на екстремально близькій відстані від такої ж «дивної» зірки і обертатися в парі десятків кілометрів від її поверхні, не розриваючись потужністю приливних сил.

Такі міркування дозволили китайським астрономам провести пошук відповідних кандидатів, здатних виявитися екзотичними планетами з кваркової речовини. В цілому вони називають чотири такі об'єкти. Два з них обертаються на тисних орбітах навколо нейтронних зірок-пульсарів — на такій відстані, яка вже примушує замислитися, чому вони не зруйновані. Ще два кандидати — лише дещо далі за цю межу.

Автори помічають, що найкращим підтвердженням «дивної» природи цих екзопланет можуть стати гравітаційні хвилі. Астрономи вже реєструють ці коливання простору-часу, що виникають через злиття пар нейтронних зірок; можливо, колись буде вловлено і такий сигнал, викликаний падінням «дивної» планети на «дивну» зірку.

## Про створення надсвітлового двигуна

Концепція пухиря Алькуб'єрре дозволяє космічному кораблю розвивати надсвітлову швидкість. Пухир Алькуб'єрре, у свою чергу, є процесом стискання простору перед кораблем і його розширення позаду нього. Корабель переміщається усередині інерційної системи відліку без порушення теорії відносності, а сам пухир може розвивати надсвітлову швидкість.

Джозеф Агнью (Joseph Agnew) з університету Алабами у США вважає, що концепція пухиря Алькуб'єрре, який дозволяє космічному кораблю розвивати надсвітлову швидкість без порушення принципу причинності, є правдоподібною.

Про це він розповів на форумі Американського інституту аеронавтики і астронавтики, що відбувся у Індіанapolisі.

За словами ученого, відкриття гравітаційних хвиль у 2016 році вказує на те, що технологія, ґрунтована на викривленні простору-часу, може бути здійсненою.

Це наукове досягнення експериментально довело, що простір дійсно може викривлятися у присутності сильних гравітаційних полів і поширюватися по усьому Всесвіту.

Агню вважає, що наступним кроком має бути створення гравітаційних хвиль у лабораторії. Для цього необхідно удосконалювати технології і домагатися отримання надзвичайно високої щільності енергії. Це допоможе привести до багатьох глибоких розуміння природи гравітації і знайти лазівки для розробки надсвітлового двигуна.

Найбільшою проблемою залишається отримання великої кількості екзотичної енергії, еквівалентної масі Юпітера. Єдиний спосіб вирішити її — проводити подальші дослідження у квантовій фізиці і мета-матеріалах. Проте усе це не є непереборним, вважає вчений.

## **В результаті зміни клімату Землі вона обертатиметься швидше**

Згідно з оцінками фахівців, до 2200 року тривалість дня буде на цілих 0,12 мілісекунди менше.



Наша планета робить один оберт навколо своєї осі за 24 години. Проте не варто забувати про коло Землі, яке дорівнює 40075 км на екваторі. Це означає, що будь-який об'єкт, який знаходиться на екваторі, обертається зі швидкістю приблизно рівною 1674 км за годину. А ось на Північному полюсі (90 градусів північної широти) і Південному полюсі (90 градусів південної широти) швидкість обертання

Землі практично дорівнює нулю, оскільки швидкість обертання полюсів досить маленька. Отже, для того, щоб розрахувати швидкість обертання планети для місця, де ви прямо зараз знаходитесь, необхідно помножити косинус широти на швидкість обертання Землі на екваторі (1674 км за годину). Учені стверджують, що перерозподіл маси по всій земній кулі, внаслідок зміни клімату, змусить нашу планету обертатися швидше. У разі, якщо зміна клімату прискориться, ситуація погіршиться. Підвищений рівень вуглекислого газу в атмосфері нагріває земну кулю, в результаті полярні крижані шапки тануть.



Танення льодовиків стане причиною підвищення рівня моря, отже, станеться перерозподіл маси. Щоб краще розуміти ситуацію, Фелікс Ландерер з Інституту метеорології ім. Макса Планка у Гамбурзі (Німеччина), пропонує представити фігуристку, яка обертається. Якщо фігуристка витягне руки, то її обертання сповільниться, а якщо наблизить руки до тіла — прискориться. За цією аналогією Земля ніби «наблизить руки» до талії — або екватора, що і змусить її обертатися швидше.

Учені прогнозують, що до 2200 року тривалість дня буде на 0,12 мілісекунди менше. Хоча це може здатися зовсім незначним, упродовж року ця зміна може посилити глобальне потепління. Річ у тім, що швидше обертання дає більше енергії циклонам і ураганам, які вже стають сильніші.

Більше того, не виключено, що перенесення океанських і повітряних течій буде менш здатне переміщатися з екваторіальних у полярні регіони, роблячи високі широти набагато холоднішими, а тропіки — ще жаркішими. Загалом і в цілому, зміна клімату загрожує не лише хвилями екстремальної спеки, а й зміною швидкості обертання нашої планети.

Сподіваємось, що усе описане вище так ніколи і не стане реальністю.

## Молекула, яка дала початок життю на Землі

Науковими дослідниками виявлені молекули, завдяки яким, перші мікроорганізми на Землі набули життя. Учені вважають, що саме циклофосфоліпіди стали тим поштовхом, який спровокував розвиток еволюційного процесу.

Широкомасштабне дослідження, проведене ученими-хіміками з Італії, припускає, що молекули циклофосфоліпіди стали саме тими компонентами, які були потрібні для зародження первинних клітин. Надалі сталося формування везикул, що відповідають за процес еволюції.

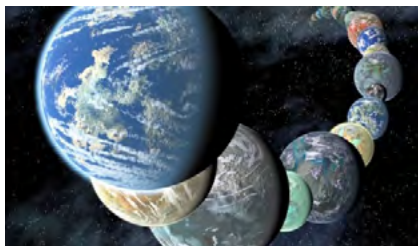


Автор дослідження Раманараян Кришнамурті припускає, що головною особливістю везикул стала здатність захоплення великої кількості цих молекул, завдяки спеціальним порожнинам, які надалі сформувалися в РНК і білки, необхідні для зародження життя. Проведені раніше досліді з синтезування цих молекул не принесли бажаного результату.

Останнє дослідження дозволило виявити дивовижну стабільність везикул, створених за допомогою циклофосфоліпідів.

Подальші дослідження учених спрямовуватимуться на вивчення сумісності циклофосфоліпідних везикул, для виявлення сумісності з іншими процесами, що сприяють еволюції.

## Нове пояснення парадоксу Фермі



Нове пояснення парадоксу Фермі пов'язує відсутність слідів інших цивілізацій зі складнощами переміщення від зірки до зірки і тривалими очікуваннями відповідної траєкторії. Чумацький Шлях може слугувати домівкою для багатьох високорозвинених цивілізацій розумних істот, вони просто надто рідко відвідують нас. Це один

з висновків, якого доходять автори нової статті, опублікованої в журналі *The Astronomical Journal*. Її автори запропонували нове пояснення знаменитому парадоксу Фермі — відсутності будь-яких свідчень існування інопланетних цивілізацій за всю історію Всесвіту.

За понад півстоліття дискусій парадоксу запропоновано декілька можливих пояснень: від повної унікальності життя на Землі і до «гіпотеза зоопарку», згідно з якою істоти більш розвинені давно спостерігають за нами, не втручаючись у хід природного розвитку.

Дійсно, астрономічні дані швидше говорять про те, що вся наша Галактика наповнена світами, так чи інакше придатними для життя, хоча й не завжди схожим на наш. Але якщо потенційно населених світів достатньо, то справді, де ж їх мешканці?

У своїй новій роботі британсько-американський астрофізик Калєб Шарф (Caleb Scharf) і його колеги знайшли власне рішення парадоксу Фермі, спираючись на оригінальну концепцію неквапливих міжзоряних подорожей. Річ у тім, що зірки в Галактиці перебувають у постійному і швидкому русі, то зближуючись, то розходячись. Наше Сонце робить повний оберт навколо її центру приблизно за 230 млн років і мчить на швидкості понад 200 км за секунду. Якщо вже розвинена цивілізація дійсно розумна, то вона має враховувати і використовувати цей рух для міжзоряних подорожей. Так само і наша земна космонавтика орієнтується на орбітальний рух планет і супутників.

Апарати на Марс відправляються так, аби шлях був якомога коротшим, а при подорожі до далеких кордонів Сонячної системи нерідко використовується гравітація планет, повз які проходить траєкторія зонда. Аналогічно можуть діяти і галактичні мандрівники. Спираючись на карту придатних для проживання світів, вони можуть тривалий час чекати

на зближення з якимось із них, потім здійснювати переліт і освоювати чергову «землю», допоки не настане час перебраться на нову.

Оптимальні для життя світи не виняткові, але досить рідкісні, тому що цей галактичний рух розвивається неквапливо у масштабах десятків мільйонів років.

Таку гіпотезу вчені називають «Ефектом аврори», на честь фантастичного роману Кіма Робінсона, герої якого здійснюють грандіозну міжзоряну подорож на «кораблі поколінь». Автори змодельювали такий процес, з урахуванням наявних оцінок числа придатних для життя світів, швидкостей тощо.

Ці приблизні розрахунки показали, що Чумацький Шлях цілком може бути сповнений населеними планетами і супутниками, але при цьому їх цивілізації залишаються для нас невідомими і невидимими.

Зрештою, в Галактиці налічують близько 100 млрд зірок і набагато більше планет, з яких на сьогодні відкриті лише близько чотирьох тисяч.

Калеб Шарф і його співавтори розмірковують навіть про те, що відвідування Землі вже могло відбутися колись у далекому минулому. Якщо від цієї події нас відокремлюють десятки мільйонів років, а візит був короткотрасним, ніяких його слідів могло й не зберегтися. Можливо, що вони лише зазирали в нашу систему, чомусь вирішивши не затримуватися тут.

## Девонське вимирання привело до появи нафти на Землі

Ми так звикли до лук і дерев, свіжої зелені влітку і прекрасних лісів. Але так було на Землі не завжди. Раніше на Землі, замість дерев, росли велетенські гриби-дерева, вимирання яких призвело до появи нафти, вважають британські учені, пише The Sun.

400 млн років тому на Землі вже існували перші рослини, вони були однаковими, що на екваторі, що в середній смузі. Але ці рослини нагадували невеликі водорості. А от замість дерев, на Землі росли велетенські гриби.

Ці гриби вертикальної форми царювали на планеті. У них не було ворогів — у той час на суші



ще не було великих тварин — лише комахи. Саме тому гриби і досягали таких розмірів — ніхто їм не заважав.

Прототакситами — так називали ці здоровенні «стовпи» — 8 метрів заввишки і півтора метри шириною. Спершу учені вважали, що це водорості, але у XX столітті вчені довели, що прототакситами мають трубчасту структуру і найбільше схожі на сучасні гриби.

Так, з точки зору художника-реконструктора, міг виглядати пейзаж 400 млн років тому.

Прототакситами панували на Землі 25 млн років. Зникли разом з 50 % живих організмів у час, так званого, девонського вимирання. Ця катастрофа — одне з найбільших масових вимирань рослин і тварин в історії Землі.



У цей період на Землі з'явилися перші дерева, які й витіснили прототакситами.

*Поки на суші царювали гриби, в морях панували ось такі «красуньки».*

На думку учених, саме девонське вимирання призвело до появи нафти на Землі. Річ у тім, що в цей час в океані бракувало кисню і масове гниття живих організмів у цих умовах і призвело до утворення «чорного золота».



*А ось таким став світ, опра-вившись після девонського вимирання.*

Девонське вимирання, на відміну від вимирання динозаврів, наука достеменно так і не змогла пояснити. Одна з гіпотез — кліматичні зміни, до яких існуюча флора і фауна виявилася не готовими.

Цікаво, що за мірками Землі велетенські гриби населяли планету не так вже й давно. 400 млн років — це менше 10 % від 4,6 млрд років, упродовж яких уже існує Земля у Всесвіті.

## **Яким був перший колір у Всесвіті, і як він зміниться**

Сьогодні ми бачимо у Всесвіті всю гаму кольорів та відтінків, але вочевидь, так було не завжди.

Згідно з теорією великого вибуху, у перші миті народження Всесвіту його температура була такою високою, що ні про які кольори й мови

не йшло. Лише через 10 секунд він дещо охолов, приблизно до 1 млрд градусів за Кельвіном, та в ньому з'явилися фотони — а разом з ними й світло. Але світло — не колір; щоб розрізнити кольори, потрібні якісь органи зору, для формування яких потрібні атоми.

Минуло ще 380 000 років, поки Всесвіт достатньо охолов та розширився до хмари з водню і гелію на 84 млн світлових років у поперечнику. Тоді й зародилося первинне світіння, яке сьогодні охололо всього до 3-х градусів за Кельвіном, але спочатку мало температуру близько 3000°K.



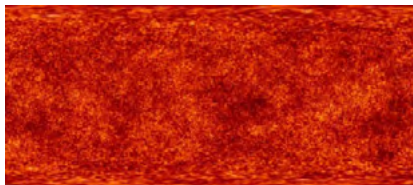
### *Еволюція Всесвіту у часі*

На той момент у Всесвіті ще не було ніяких великих об'єктів, він весь був однорідним та однаково теплим.

Розрахунки показали, що для людського ока це світіння виглядало б як щось яскраве біло-помаранчеве, віддалено схоже на тепле світло старої 60-ватної лампочки розжарювання.

Але вже через кілька мільйонів років космос охолов ще більше, і помаранчевий відтінок зник, поступившись місцем червоному. У міру подальшого охолодження він буде тьмяніти, поки в результаті Всесвіт не стане зовсім чорним.

У 2002 році вчені Карл Глейзбрук та Іван Балдрій вираховували середній колір від усього світла, яке ми бачимо сьогодні від зірок та галактик. Одержаний світло-коричневий відтінок назвали «космічним латте».



У вчених уже є уявлення про те, яким був перший колір Всесвіту. Молодий космос мав майже рівномірну температуру в усіх напрямках, а його світло мало розподіл довжини хвилі, відомий як «абсолютно чорне тіло». У фізиці таким об'єктом називають тіло, яке за будь-якої температури поглинає усе електромагнітне випромінювання, що падає на нього, при всіх довжинах хвилі, напрямках і температурах.

Чорне тіло при температурі близько 3000 К матиме яскраво-помаранчево-біле світіння, схоже на тепле світло від старої лампочки 60-ват.

Якби ми могли повернутися в період молодого Всесвіту, коли йому було всього 380 тисяч років, ми б не побачили нічого, крім слабого помаранчевого світіння, схожого на світіння від вогню у каміні.

Саме так і виглядав перший колір у Всесвіті.

Упродовж наступних декількох сотень мільйонів років помаранчеве світіння зникне і почервоніє, оскільки Всесвіт продовжить розширюватися і охолоджуватися.

Врешті-решт, через 400 мільйонів років, після Великого вибуху, космос отримає сучасне вугільно-чорне забарвлення. Саме в цей час почнуть народжуватися перші блискучі синьо-білі зірки, які стануть новим джерелом світла.

Незважаючи на уявний чорний фон, Всесвіт забарвлюють зірки, скупчення і галактики, від чого його колір не зовсім темний.

У 2002 році Карл Глейзбрук і Айван Болдрі вирахували усереднений колір сучасного Всесвіту. У дослідженні були використані дані про понад 200 тисяч галактик, отримані в ході роботи проекту The 2df Galaxy Redshift Survey.

Перші розрахунки показали, що космос має зеленуватий відтінок. Але після коригування даних науковці отримали злегка бежевий відтінок білого, названий ними згодом «Космічний латте» — усереднений колір сучасного Всесвіту.

Але навіть цей колір зникне у міру старіння макрокосмосу.

Через трильйони років згасне світло навіть найстаріших червоних і коричневих карликів, і тоді Всесвіт забарвиться в найчорніший колір у світі, і більше не буде ніяких інших кольорів — світ зануриться в усесожну пітьму.

Якщо наступного разу ви сидітимете біля багаття з чашкою кави з вершками в руках, зверніть свій погляд на нічне небо — у цей момент ви купатиметеся в усіх космічних кольорах, виявившись одночасно у минулому, сьогоденні і майбутньому.

Однак з часом, коли згаснуть біло-блакитні зірки-гіганти, наші нащадки будуть бачити лише похмуре червонувате світіння. Потім, через трильйони років, згасне й воно, а Всесвіт остаточно зануриться у темряву.

## **Нова теорія появи кисню на Землі**

Рівень кисню в атмосфері Землі змінювався упродовж усієї її історії. Можливо, підвищення рівня кисню в атмосфері було зумовлено тектонічною активністю або еволюцією рослин. Але тепер з'явилася ще одна цікава теорія. Атмосфера ранньої Землі являла собою суміш водяної пари, вуг-

лекісного газу, аміаку, сірководню та метану.

Потім, близько 2,4 млрд років тому, рівень кисню в атмосфері раптово підвищився. Ще через мільярд років відбулися ще два викиди кисню в атмосферу. Один з них стався близько 800–540 млн років тому.

Рівень кисню в атмосфері ставив 10–50 % від сьогоднішнього. Наситилася ним і поверхня океанів.

Інший викид стався приблизно 450–400 млн років тому. Тоді рівень кисню піднявся до сучасного, а такий важливий для життя газ проник уже і в глибини океану. Подібні сплески рівня кисню вимагають пояснення.

Одні вчені вважають, що причиною тому тектонічні явища — утворення супер-континентів, підняття і вивітрювання гір, а також виверження. Будь-який з цих процесів здатний спровокувати викид величезної кількості поживних речовин в океани, сприяючи збільшенню популяції водоростей.

Інші вчені припускають, що три сплески рівня кисню відповідають трьом важливим еволюційним проривам: збільшення числа фото-синтезованих водоростей, розквіту цих водоростей і зростанню числа наземних рослин.

Але згідно з новим дослідженням, простого біогеохімічного циклу Землі — рециркуляції вуглецю, кисню і фосфору — достатньо, щоб підняти рівень кисню на планеті.

Дослідники створили просту комп'ютерну модель, щоб розглянути, як вуглець, кисень і фосфор переміщуються по Землі і взаємодіють один з одним.

Фосфор, присутній тільки в камінні, є ключовою живильною речовиною для різних істот від мікробів до водоростей і рослин. Фосфор, вивітрений з породи в океанську воду, може стимулювати мікробну і водоростеву активність, що, в свою чергу, робить воду бідною на кисень або токсичною і витягує більше кисню з донних нашарувань. Зрештою, це призводить до того, що в ґрунт потрапляє більше органічного вуглецю, а кисню стає більше. Потім процес, у ході якого частина кисню піднімається з води в атмосферу, повторюється.

Поступове охолодження планети також відіграло свою роль у справі підвищення рівня кисню. Рання земна атмосфера втрачала кисень в результаті хімічних реакцій. Земля, що остигала, випускала в атмосферу менше газів. Можливо, змінився і хімічний склад викидів.

У підсумку хімічні процеси, що знищують кисень, припинилися. Створена комп'ютерна модель дозволила відтворити процеси, які тривали

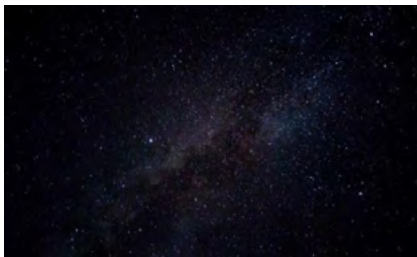


мільярди років, насичуючи киснем атмосферу і воду. Результати виявилися досить правдоподібними і зійшлися з фактичними даними рівня кисню на Землі.

«Ми дійшли висновку, що ніяких глобальних тектонічних або біологічних подій не було потрібно. Для появи світу з високим вмістом кисню не потрібні складні форми життя. Якщо у вас є лише прості фото-синтезовані бактерії, які існували на Землі упродовж трьох мільярдів років, ви могли б отримати сучасний рівень кисню» — говорить біо-геохімік і спеціаліст з моделювання з Університету Лідса в Англії Бенджамін Міллс.

До речі, дотепер подібні дослідження не розглядали роль фосфору. Результати дослідження стануть у нагоді тим, хто шукає життя на інших планетах. Як зазначив астро-біолог і планетолог з Каліфорнійського університету Джошуа Кріссансен-Тоттон, воно позбавляє від необхідності вважати обов'язковою умовою життя тектонічну активність або наявність складних фото-синтезованих організмів, таких як наземні рослини.

## Про межі Всесвіту і темну енергію



Учені Балтійського федерального центру імені Імануїла Канта в Калінінграді дійшли висновку, що Всесвіт має межі і не має темної енергії.

Дослідники запропонували теорію, згідно з якою темна енергія є аналогією ефекту Казимира, що діє на «стілки» Всесвіту.

Ефект Казимира є взаємним тяжінням двох незаряджених тіл (наприклад, пластинок), розміщених на близькій відстані. Це відбувається під дією квантових флуктуацій у вакуумі, коли спонтанно народжуються віртуальні частки, наприклад, фотони. При цьому тиск, що здійснюється віртуальними фотонами зсередини на дві поверхні, менше, ніж зовні.

На думку фізиків, приблизно те саме відбувається у космосі, тільки воно призводить до відштовхування, що прискорює розширення Всесвіту. Отже, не існує темної енергії, а розширення виникає завдяки наявності меж, на які чиниться тиск віртуальних часток.

Теорія учених ґрунтується на моделях Рендал-Сундрума, у яких розглядається п'ятивимірний антидесіттерівський простір (АДП), що має негативну кривизну. АДП є протилежністю простору Сіттера, який описує властивості звичайного Всесвіту, що має позитивну кривизну.

Умоглядне розтягання АДП на двовимірній площині збільшить розміри центральних областей і зменшить області на краях.



Елементарні частки в моделі Рендал-Сундрума розташовуються на поверхнях, званих бранами. Все, що відбувається в АДП, відображається на «межах», утворених бранами.

## Де закінчується осяжний Всесвіт

Осяжний Всесвіт має близько 95 млрд світлових років у діаметрі. На даний момент відповідь на це питання невідома, і поки неясно, у який спосіб її можна отримати. Єдине, що можна визначити достатньо достовірно — це межі осяжної частини Всесвіту.

Позаяк і швидкість світла, і вік Всесвіту кінцеві і відомі, то маємо, що максимальна відстань, на яку ми суто теоретично можемо бачити в телескоп — це 13,8 світлових років плюс ефект Хабблівського розширення простору — разом отримуємо приблизно 47,5 млрд світлових років у кожную сторону.

Отже, осяжний Всесвіт має близько 95 млрд світлових років у діаметрі, плюс, напевно, за цією межею простір не обривається, а цілком собі триває. Наскільки далеко (або нескінченно) — невідомо...



## Незабаром буде розкрита темна матерія

Згідно з недавніми заявами науковців, загадка темної матерії, швидше за все, незабаром буде розкрита. Фахівці перебувають у кроці від відкриття п'ятої сили, найскладнішої і найнезрозумілішої.

Саме вона має допомогти з'ясувати природу усіх дивностей, що відбуваються у космосі.

На даний момент усі знають 4 сили: гравітація, електромагнетизм, а також два види ядерних взаємодій (сильні і слабкі). Найвні знання не пояснюють 90 % всіх дивностей, які спостерігаються в космосі.

Учені зазначають, що чорна матерія складає 95 % космічного простору. Про неї практично немає ніякої інформації, тому загадки Всесвіту так і залишаються не вирішеними.

Виявити п'яту силу зголосилася команда з Інституту ядерних досліджень з Угорської академії наук. Групу науковців очолює фізик Аттіла Красзнагоркаї. В результаті численних досліджень представлено існування субатомного об'єкта під назвою X17.

Властивості частки відповідають тим, які мають бути у п'ятої сили.

За словами експертів, саме завдяки темній матерії відбувається розширення Всесвіту.

Простір розширюється, хоча сила гравітації, здавалося б, мала його зжувати. Це найголовніша загадка, яку може бути розгадано з виявленням п'ятої сили.

## Нові роботизовано-модифіковані люди

Наступна фаза освоєння людиною космосу може призвести до масової міграції.



Активні дослідження Місяця і Марса, які проводяться в даний час, колись обов'язково зведуться до колонізації цих об'єктів з метою розробки родовищ корисних для землян мінералів.

Також людству потрібно створити свої перші поселення у сотнях тисяч кілометрів від Землі.

Для того, щоб вижити поза нашою планетою, людині потрібно буде як слід попрацювати над своєю генетикою, внаслідок чого маючі з'явитися нові роботизовано-модифіковані люди.

Для здійснення таких амбітних планів, люди можуть використовувати передові технології зміни самих себе, аби пристосуватися до нового і незвичного середовища.

Дослідники вважають, що якщо методи, застосовувані на Землі, будуть обмежені певними нормами розсудливості та етики, то марсіанські колоністи почуватимуться у цьому плані набагато вільніше завдяки наявності у них переконливого стимулу для виживання в суворих умовах.

Також вчені повідомили, що одного разу модифіковані люди будуть здатні перетворитися на повністю неорганічних розумних істот, яким навіть не буде потрібна атмосфера для дихання.

Експерти припускають, що наступна фаза освоєння людиною космосу може призвести до масової міграції, в результаті чого майже безсмертні істоти колонізують Галактику.

Подібний задум може бути реалізований за допомогою самовідтворюваних машин або інших технологій.

У будь-якому разі людство не повинно відступати від задуманого, позаяк у випадку катастрофи на Землі людство зможе уникнути загибелі.

Та хоч би як там було, Земля назавжди залишиться найбільш підходящою для життя людини планетою у Всесвіті.

## Астрофізик розповів, як побудувати машину часу

Астрофізик Рон Маллет з Університету Коннектикуту вважає, що знайшов спосіб подорожувати у часі.

У інтерв'ю CNN він розповів, що написав рівняння, яке могло б послужити основою для реальної машини часу.

Учений навіть створив прототип пристрою, аби проілюструвати ключовий компонент його теорії.

Рон Маллет

Щоб зрозуміти механізм дії такої машини часу, треба знати основи Спеціальної теорії відносності Ейнштейна, згідно з якою час прискорюється або сповільнюється залежно від швидкості, з якою рухається об'єкт.

Виходячи з цієї теорії, якщо людина знаходиться на космічному кораблі, що летить зі швидкістю, близькою до швидкості світла, час для нього має протікати повільніше, ніж для людини, що залишилася на Землі.

Наприклад, яби космонавт на кораблі подорожував з такою швидкістю всього тиждень, то після повернення на нашу планету він опинився б у більш далекому майбутньому, оскільки для людей на Землі минуло б уже 10 років.

Як пояснив астрофізик, його ідея спирається на іншу теорію Ейнштейна, Загальну теорію відносності. Згідно з цією теорією, масивні об'єкти викривляють простір-час — ефект, який ми сприймаємо як гравітацію, — і чим сильніше гравітація, тим повільніше тече час.

«У теорії Ейнштейна те, що ми називаємо простором, також включає час — ось чому воно називається простором-часом. І що б ви не робили з простором, це ж відбувається і з часом», — стверджує Маллет.

На думку ученого, теоретично можливо скрутити час у петлю, яка дозволить подорожувати в часі у минуле. «Вивчаючи тип гравітаційного поля, що створюється кільцевим лазером, можна розкрити нові можливості машини часу на основі циркулюючого пучка світла», — сказав автор ідеї.

Та яким би оптимістичним не був Маллет щодо своєї роботи, його колеги скептично ставляться до цієї ідеї. Хоча більшість фізиків визнають, що стрибок вперед у часі ймовірно, можливий, подорож у часі в минуле — це зовсім інша справа.

«Я вважаю, що в його математиці і теорії є серйозні вади, і тому практична реалізація пристрою уявляється мені недосяжною метою», — сказав CNN астрофізик Пол Саттер.



Маллет і сам визнає, що його ідея на даний момент повністю теоретична.

І навіть якщо його машина часу дійсно запрацює, вона матиме значні обмеження. «Ви зможете відправити інформацію назад, — сказав він, — але тільки в ту точку, в якій ви включаєте машину».

## На людство чекає кардинальний прорив



Вчені з усього світу стверджують, що незабаром на людство чекає кардинальний прорив відразу в кількох сферах науки. Результати досліджень, які сьогодні ведуться у галузі медицини, технологій і освоєння космосу, докорінно змінять життя планети Земля.

Адже саме XXI століття виявилось вельми плідним. Ми спіткали бозон Гігза, навчилися редагувати гени людини, відкрили гравітаційні хвилі і екзопланети, схожі на Землю, а також вперше здійснили квантову телепортацію.

Проте людство поки що не має рішень для нагальних проблем, наприклад кліматичних. Все ще існують смертельні та небезпечні хвороби. Не створено засоби захисту від небезпечних епідемій. Середня тривалість життя не виросла на десятиліття. У нас все ще немає бази на Місяці, і ми мало знаємо про найважливіші загадки Сонячної системи. Ми ні на крок не наблизилися до розуміння того, чи одні ми у Всесвіті. Ми все ще не розуміємо природи власної свідомості і не здатні створити повноцінний штучний інтелект.

Тож пропонуємо вам переглянути список з 10 великих наукових відкриттів і технологічних проривів, на порозі яких стоїть людство:

- Екзопланети, схожі на Землю
- Штучний інтелект
- Квантові комп'ютери
- Ліки проти грипу
- Кібер-модифікація організму, повернення зору, кінцівок та органів
- Генна терапія, або індивідуальні медичні препарати
- 3D-друк штучних органів
- Електрична ера скаже «ні» забрудненню атмосфери
- Часточка Аксіон може стати ключем до таємниць Всесвіту
- Життя на Європі, супутнику Юпітера

## Що могло сформувати Сонячну систему?

Стародавній космічний шторм міг сформувати нашу Сонячну систему. Такого несподіваного висновку дійшли фахівці з Південно-Західного дослідницького інституту в штаті Колорадо. Через деякий час після того, як планети знайшли свою справжню форму, ряд резонансних поштовхів між гігантськими планетами вибив їх зі своїх звичних орбіт, змусивши певний час «бродити»



по системі. Шрами на Місяці переконали більшість планетологів у тому, що космічний шторм стався приблизно 3,96 млрд років тому, за 650 мільйонів років до утворення Сонячної системи. Однак подібна теорія не вкладається в рамки звичної картини планетарних процесів, що мали місце на зорі становлення нашої зоряної системи.

Можливо, все, що ми знаємо про Сонячну систему невірно?

Космічний шторм перестав місцями планети Сонячної системи.

Іще два десятиліття тому вчені визнали, що в далекому минулому планети Сонячної системи мали мігрувати зі своїх звичних місць, аби створити нашу унікальну планетарну систему в тому вигляді, в якому ми знаємо її зараз. Згідно з моделлю, представленою планетологами з Університету Лазурного берега, після того, як планети-гіганти утворилися з газового диска, Юпітер втягнув своїх побратимів-гігантів у резонансний ланцюг орбіт, де Сатурн обертається навколо Сонця три рази за два оберти Юпітера. Газ навколишньої планети діяв як амортизатор, заспокоюючи будь-яку нестабільність, але тільки-но він розсіявся, тяжіння мас гігантських планет розв'язало справжній хаос.

Аналіз місячних порід, зібраних з ударних кратерів астронавтами «Аполлона», показав, що Місяць піддався серйозному космічному катаклізму приблизно 3,95 млрд років тому. Масштабна подія отримала назву пізнього важкого бомбардування і припускає, що камені, зібрані астронавтами у кількох кратерах, є уламками від потужного удару, який створив басейн Імбріума. Більш точне датування місячних метеоритів показує, що зіткнення сталося 4,3 млрд років тому — значно пізніше, ніж передбачалося раніше.

У новій статті, опублікованій в журналі *Icarus*, дослідники доводять, як більш ранній катаклізм міг би пояснити деякі дивні особливості Сонячної системи. Так, рання нестабільність могла б пояснити наявність поясу астероїдів між Юпітером і Марсом, знищивши плането-утворюючий матеріал на межі зовнішньої і внутрішньої частин Сонячної системи. Крім

того, компактна форма пояса могла з'явитися завдяки останньому етапу нестабільності Сонячної системи, під час якого останній ривок Сатурна від Юпітера відкинув залишковий, після формування планет, матеріал на теперішню орбіту.

Попри те, що прямих доказів ранньої нестабільності Сонячної системи майже немає, вчені мають намір провести аналіз благородних газів, виміряних космічним апаратом «Розетта» поряд з кометою 67P. Згідно з розрахунками фахівців, нестабільність могла викликати бомбардування Землі градом комет практично відразу після того, як вона стала твердою. Крім того, крижаний склад подвійного астероїда Патрокл-Меноеція, що обертається на орбіті Юпітера, може вказувати на те, що об'єкт спочатку був сформований у віддалених куточках Сонячної системи і надалі був притягнутий планетою-гігантом у свої околиці.

Та хоч би як там було, існує велика ймовірність того, що стародавній космічний шторм зробив свій внесок у розвиток життя на Землі.

Так, планети-гіганти, розташовані на своїх сучасних орбітах, відмінно захищають Землю від вторгнення астероїдів і комет з кордонів Сонячної системи, а древній кометний град міг цілком стати джерелом необхідної для органічного життя води.

## Може бути правдою відсутність темної матерії у Всесвіті

Дослідники розглядають інші гіпотези.

Одна з космологічних гіпотез, запропонована у 1980-х, свідчить, що для пояснення виникнення Всесвіту темна матерія не потрібна. Достатньо лише включити корективи в закони гравітації Ньютона.

Комп'ютерна модель показала, що це може бути правдою.

На думку сучасних космологів, після Великого вибуху матерія була розподілена по Всесвіту не рівномірно. Більш щільні ділянки притягли більше матерії завдяки силі гравітації.

Важливий інгредієнт цього припущення — так звана темна матерія.

Чому темна матерія важлива?



З одного боку, вона відповідає за початковий розподіл, який веде до концентрації газових хмар.

Також вона пояснює деякі загадкові спостереження: наприклад, зірки в обертових галактиках часто рухаються так швидко, що мали б зійти зі своїх орбіт, однак цього не відбувається. Здається, що їх утримує якась додаткова сила — темна матерія.

## *Гіпотеза MOND — модифікованої ньютонівської динаміки*

Однак прямих доказів існування темної матерії поки що не знайдено.

На думку професора Павела Крупи з Університету Бонна (Німеччина) і Карлового університету (Чехія), справа може бути зовсім не в ній. Можливо, гравітаційні сили поведуться не так, як ми думали. Ця гіпотеза має назву MOND — модифікованої ньютонівської динаміки.

Її запропонував ізраїльський фізик Мордехай Мілгром у 1983 році. Відповідно до неї, тяжіння між двома масами дотримується законів Ньютона лише до певного етапу. При дуже слабкому прискоренні, у випадку з галактиками, воно стає сильнішим. Тому зірки не розлітаються під дією відцентрової сили.

### *Модель гіпотези*

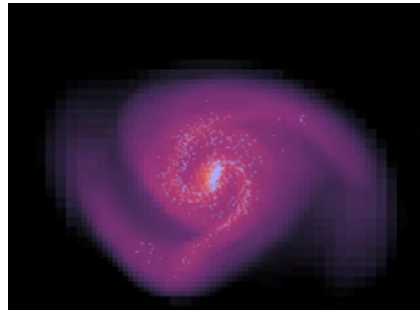
Професор Крупа і його колеги вперше змоделювали процес формування галактик у Всесвіті MOND. Багато в чому отримані результати виявилися вельми близькими до того, що ми спостерігаємо у телескопи. Так, розподіл і швидкість зірок підпорядковувалася тим самим закономірностям, що і в спостережуваному Всесвіті.

Ще моделювання призвело до появи обертових галактик на зразок Чумацького Шляху, тоді як моделі з темною матерією, переважно, створюють галактики без вираженого диска матерії.

Обчислення, засновані на існуванні темної матерії, також дуже чутливі до змін певних параметрів, таких як частота наднових і їх вплив на розподіл матерії в галактиках.

У моделі MOND ці фактори майже не відігравали ніякої ролі. Проведена симуляція підтверджує життєздатність гіпотези MOND.

Тепер вчені мають повторити свої розрахунки і включити в модель ще більше параметрів. Тоді ми побачимо, чи дійсно гіпотеза MOND може пояснити реальність.



Одна з найавторитетніших версій, що пояснюють поведінку темної матерії, — модель Лямбда-CMD.

Нещодавно комп'ютерне моделювання допомогло вченим зіставити теорію з реальністю і зрозуміти, чому жоден з експериментів, щодо виявлення слабких взаємодій, не зареєстрував цих сигналів.





## Про сумнів безкінечності простору

У минулому році одним з головних інтернет-трендів були штучно конспірологічні теорії, згідно з якими Земля плоска, а не сферична. Ці теорії незабаром стали мемом, так само, як і люди, що всерйоз наводили аргументи на користь існування плоскої Землі, на зразок того, що ми не можемо побачити її кривизну або того, що не відчуваємо швидкості її обертання.

Якщо для освіченої людини очевидно, що наша планета має сферичну форму, то сказати напевно, яку форму має наш Всесвіт не можуть навіть найвидатніші вчені сучасності. Досі було прийнято вважати, що в цілому Всесвіт плоский (про це — далі).

На прихильників теорії сферичного Всесвіту дивилися приблизно так само, як на тих, хто вірить у плоску Землю, оскільки будь у весь простір навколо нас сферою — він мав би бути замкнутим, що, відповідно, ставить під загрозу чинні космологічні теорії, закони фізики і геометрії.

Проте, дослідження, яке в листопаді 2019 році опублікувала група науковців із Англії, Італії і Франції в журналі Nature говорить, що Всесвіт насправді сферичний або, точніше сказати, закритий.

Автори статті — астрофізики з Манчестера, Рима і Парижа — абсолютно впевнені у своєму дослідженні і говорять, що воно може призвести до «космологічної кризи».

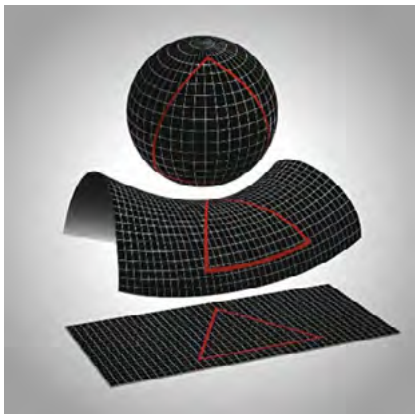


## Форма простору

Безперечно, виміряти форму Всесвіту складно, перебуваючи у крихтій зоряній системі на краю однієї з його численних галактик, з не найдосконалішим обладнанням, і ведучи відлік часу від Різдва Христового.

Та хоч би як там було, найпоширеніші космологічні теорії передбачають, що Всесвіт з'явився внаслідок Великого вибуху і став розширюватися з того моменту в усіх напрямках. Це розширення описує так звана інфляційна модель Всесвіту. Завдяки спостереженням астрономів і математичним розрахункам ми з'ясували, що в перші секунди свого існування Всесвіт розширився у тисячі разів, і продовжує постійно розширюватися навіть зараз.

Ключовим доказом Великого вибуху і розширення Всесвіту стало відкриття реліктового випромінювання — мікрохвильового фону, який залишився від речовини, що виникла на ранніх етапах формування Всесвіту.



Подібні теорії і гіпотези припускають, що простір навколо нас є нескінченним, а сам Всесвіт — плоским. Звичайно, не в прямому сенсі: плоскість Всесвіту означає, що він поступово розширюється в усіх напрямках, і в ньому витримується Евклідова геометрія, — у такому просторі паралельні прямі будь-якої довжини ніколи не перетнуться, а сума кутів будь-якого трикутника буде дорівнювати 180 градусам.

Надзвичайно важливим у визначенні площини Всесвіту є щільність речовини у ньому. Рівномірне розширення Всесвіту в усіх напрямках

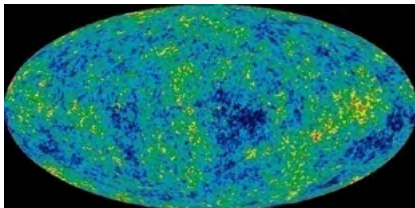
відбудеться лише за умови концентрації усїєї матерії і енергії, включно з поки що не виявленими нами темною матерією/енергією, врівноважуватиме енергії зовнішнього розширення і внутрішнього гравітаційного тяжіння.

За допомогою вивчення того ж реліктового випромінювання, на початку 2000-х дослідники визначили критичну щільність матерії у Всесвіті — 5,7 атомів водню на квадратний метр. Цей показник підтверджує, що Всесвіт є відкритим, плоским і нескінченним. Менша щільність означала б, що Всесвіт має негативну кривизну, але, як і раніше, залишається відкритим. А велика щільність матерії, навпаки, означала б, що весь простір навколо нас має позитивну кривизну, і він замкнутий, як сфера.

Астрофізики з Європи, які днями опублікували суперечливе дослідження в журналі Nature, заново проаналізували реліктове випромінювання і провели власні розрахунки щільності матерії у Всесвіті.

## Кінець Всесвіту?

Згідно з результатами дослідження Елеонори Ді Валентино з Манчестерського Університету, Алессандро Мельхіоррі з Римського університету



Ла Сапієнца і Джозефа Шелка з Паризького інституту астрофізики, реальна щільність матерії у Всесвіті може бути на 5% більшою, ніж чинний показник критичної щільності.

Якщо нове дослідження підтвердиться, навіть таке незначне збільшення допустимої щільності

матерії підтверджує, що в інфляційній моделі Всесвіту має переважати гравітація, а весь простір навколо нас у якийсь час зачинився через його позитивну кривизну, і тепер має сферичну форму.

Чи варто пояснювати, наскільки це не відповідає сучасним космологічним моделям і нашому розумінню розвитку космосу в цілому?

Автори дослідження пишуть, що їх аналіз реліктового випромінювання і розрахунки позитивної кривизни Всесвіту вірні «Більш ніж на 99 %».

Змінена кривизна простору означає, що Всесвіт не нескінченний, і ми можемо визначити його розміри.

З цього випливає і те, що подорожуючи у Всесвіті в одному напрямку тривалий час ми повернемося до первісної точки. Все це ставить під загрозу теорії про розширення Всесвіту і вміст у ньому темних енергії і матерії.

У своєму дослідженні вчені також додали до стандартної космологічної моделі Лямбда-CDM ( $\Lambda$ CDM) сьомий показник — кривизни Всесвіту.

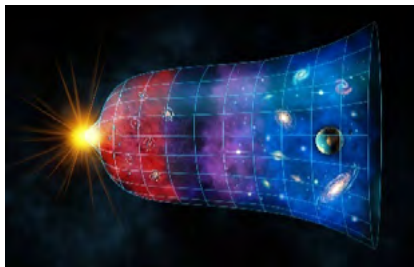
Досі вважалося, що всі шість складових в  $\Lambda$ CDM — темна енергія, темна матерія, вільні водень і гелій, зірки, нейтрини і важкі елементи — це все, що знаходиться у Всесвіті. Модель не передбачала ніякого викривлення, поки їй не кинули виклик троє астрофізиків з Англії, Італії і Франції.

«Припущення про плоский Всесвіт може приховувати космологічну кризу, коли непорівнювані спостережувані властивості Всесвіту здаються взаємно несумісними. Подальші дослідження допоможуть з'ясувати, чи є спостережувані розбіжності наслідком непоміченої систематики, нової фізики або просто статистичної похибки», — зазначено в роботі Ді Валентино, Мельхіоррі і Шелка.

## Війна космологів

Вчені, які не згодні з новим дослідженням, кажуть, проблема невідповідності даних про щільності матерії у Всесвіті полягає лише у статистичній похибці і її неправильному трактуванні. Головним аргументом є те, що масив даних про реліктове випромінювання і складові моделі  $\Lambda$ CDM настільки великий, що кінцеві результати розрахунків щільності матерії у Всесвіті і, як результат, її гравітаційного спотворення можуть бути неточними в більшості випадків.

Щоправда, «похибка» як аргумент проти нового дослідження кривизни Всесвіту не влаштовує авторів цього відкриття: «В останні роки космологи «приховували» ці аномалії, списуючи їх на похибку. Але тепер їх статистична достовірність настільки велика, що на-



став час поглянути на них без упереджень. Незалежно від того, наскільки елегантна, красива, симетрична чи природна ваша теорія, останнє слово завжди за експериментальними даними», — сказав Алессандро Мельхіоррі з Римського університету Ла Сапієнца.

Що ж до сьомого параметра в моделі  $\Lambda$ CDM — кривизни Всесвіту — прихильники теорії відкритого, плоского і нескінченного Всесвіту впевнені, що він не потрібен для подібних розрахунків. На їхню думку, кривизну простору в реліктовому випромінюванні можна виміряти за допомогою гравітаційного лінзування з чотирьох різних точок на небі. Таке лінзування передбачає, що гравітаційні поля великих космічних тіл змінюють напрямок електромагнітного випромінювання, і колишні дослідження, засновані на такому методі, підтверджували площину Всесвіту.

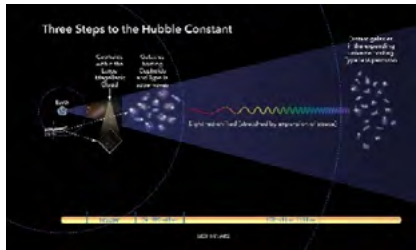
Але найголовнішим доказом площини був проект Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (BOSS), під час якого вчені з високою точністю виміряли відстані між галактиками в шість мільярдів світлових років від нас.

Астрофізики точно визначили відстань між віддаленими об'єктами за допомогою постійної швидкості руху баріонних хвиль і підтвердили, що Всесвіт нескінченний і буде розширюватися постійно.

Самі автори нового суперечливого дослідження до кінця не наполягають, що Всесвіт однозначно є закритим, але вони впевнені, що в поточній моделі  $\Lambda$ CDM явно чось не вистачає, інакше як пояснити таку різницю в розрахунках. «Суть не в тому, що Всесвіт може бути закритий. Проблема полягає в невідповідності даних. Це вказує на те, що нині не існує узгодженої моделі узгодження і ми щось втрачаємо», — каже Мельхіоррі.

Крім відсутності єдиної думки щодо щільності матерії у Всесвіті і її кривизни, додає масла у вогонь і плутанина з постійною Хаббла — швидкістю розширення Всесвіту, яка є однією з головних складових у багатьох розрахунках, включно з визначенням відстані до віддалених об'єктів.

## Що не так з постійною Хаббла



До серпня 2019-го постійна Хаббла становила 67,4 (км/с)/мегапарсек (один парсек = 3,26 світлових років або 30,8 трлн км). Це підраховували вчені з Європейського космічного агентства (ESA) за допомогою телескопа Planck. Але, астрофізики, які аналізують дані з телескопа Hubble, кілька місяців тому перевірили точність цієї постійної за допомогою більш точного методу і отримали інші результати. Як вимірювальний прилад вчені використовували скупчення зірок-цефеїд

у Великій Магеллановій Хмарі на відстані близько 7 тис. світлових років від нас. Для цих зірок характерне постійне мерехтіння, за допомогою якого можна ще раз виміряти швидкість розширення Всесвіту, і яке є альтернативою до хабблівського методу вимірювання цього показника, заснованою на так званому реліктовому випромінюванні.

Підрахунки, засновані на частоті мерехтіння цефеїд показали, що постійна Хаббла становить 73,4 (Км/с)/мегапарсек. Це рівно на 6 (км/с)/мегапарсек більше, ніж діючі прийняті показники. Нові розрахунки можуть підтвердити, що протягом десятків років постійна Хаббла була неточною, вчені неправильно вимірювали відстані до найвіддаленіших об'єктів у Всесвіті і, знову-таки, ми могли неправильно сприймати розширення космічного простору і його форму.

Як не дивно, навіть нові значення постійної Хаббла можуть бути невірними. Річ у тім, що зірки-цефеїди, за допомогою яких астрофізики вимірювали відстань, можуть бути менш або більш яскравим у різні періоди свого існування. Це, як і у випадку з моделлю  $\Lambda$ CDM, додає ще більше невідомих у рівняння, за допомогою якого можна розрахувати швидкість розширення Всесвіту.

Астроном з університету Чикаго і член однієї з команд, які аналізують дані з телескопа Hubble Barr Мадор пояснював, що вони знайшли найбільш надійний спосіб уточнити постійну Хаббла — вимір мерехтінь червоних гігантських зірок. Такі зірки є однаково яскравими наприкінці свого існування, що спрощує спостереження за ними із Землі.

Не виключено, що майбутні дослідження продемонструють уповільнення швидкості розширення Всесвіту і його поступову зупинку. Тоді й стане в нагоді модель закритого космічного простору, про який сьогодні сперечаються вчені.

## **Вік Всесвіту може бути як менший, так і більший**

Прийнятий нині вік Всесвіту становить 13,7 млрд років.

Учені оцінюють вік Всесвіту, використовуючи рух зірок, — щоб виміряти, наскільки швидко він розширюється.

Якщо Всесвіт розширюється швидше, це означає, що він швидше досягає свого нинішнього розміру і тому має бути відносно молодший.

Швидкість розширення, що називається постійною Хаббла, є одним з найважливіших чисел в космології.



Збільшене значення постійної Хаббла означає, що Всесвіт розширюється з великим прискоренням, і його вік насправді нижчий.

Прийнятий нині вік Всесвіту був вирахований, виходячи зі значення постійної Хаббла, рівним 70. Але наукова група з Інституту Макса Планка в Німеччині провела свої розрахунки і отримала значення постійної Хаббла, рівною 82,4, що відповідає віку Всесвіту в 11,4 мільярда років.

Для розрахунків дослідники застосовували концепцію гравітаційного лінзування. Вона полягає у тому, що об'єкти з великою масою можуть викривляти простір-час навколо себе, дозволяючи в такий спосіб дивитися через них на далекі об'єкти, як крізь лінзу.

Учені використали особливий тип цього ефекту, який називається лінзуванням із затримкою часу.

За допомогою такого методу астрономам вдалося отримати інформацію про два далекі об'єкти і оцінити прискорення, з яким вони віддаляються від Землі.



За словами учених, вони не стверджують, що це значення точніше за всі попередні оцінки. Воно має підоснову на абсолютно іншому методі і використовує всього два об'єкти для розрахунків, що пов'язано з великою погрішністю. Тому реальна швидкість розширення Всесвіту і її вік можуть бути як менше, так і більше.

Раніше група європейських дослідників вивчила залишкове випромінювання від Великого Вибуху і оголосила швидкість розширення повільнішою — постійна Хаббла дорівнювала 67.

Цього року Нобелівський лауреат Астрофізик Адам Рісс, з Інституту космічних телескопів, використав надзвичайний телескоп NASA для оцінки тієї ж константи і отримав значення 74.

А ще одна команда на початку цього року налічила величину 73,3.

Як повідомляв «Навколо Світу. Україна», астрофізики запропонували нову версію розширення Всесвіту.

## Походження всіх комет Сонячної системи

Група дослідників вперше змоделювала та порівняла хімічні склади 14 добре відомих комет, та несподівано виявили чітку закономірність. Дане дослідження опубліковано в журналі *Astronomy&Astrophysics*.

Комети складаються з льоду, пилу та дрібних частинок, схожих на каміння.

Їхні ядра можуть бути розміром до десятків кілометрів у поперечнику. Вчені знають, з чого складаються комети та які молекули у них присут-

ні. Вони розрізняються за складом, але зазвичай розглядаються як одна група небесних тіл.

Астроном з Лейденського університету Крістіан Ейstrup у співтворстві з колегами з Університету Лідса вирішив з'ясувати, чи дійсно всі комети мають спільне джерело. З цією метою він використовував уже наявні комп'ютерні



моделі для прогнозування хімічного складу протопланетних дисків — плазми газу й пилу, що охоплюють молоді зірки. Виявилось, що ці програми можуть бути застосовні й до моделювання хімічного складу комет.

«Ми використовували деякі статистичні дані, щоб визначити, чи був особливий час або місце у нашій молодій Сонячній системі, де наші хімічні моделі відповідають даним про комети. Так воно і сталося. Була одна модель, яка підходила до кожної комети найкраще, тим самим вказуючи, що вони мають однакове походження», розповів Ейstrup.

Виявилось, що всі 14 комет виникли за часів «молодості» Сонця, коли його оточував протопланетний диск.

Модель передбачає наявність зони навколо нашої зірки всередині діапазону, де монооксид вуглецю стає льодом. Такий висновок вчені зробили, виходячи з моделювання, яке показало, що деякі реакції, які спостерігаються у кометах, можуть відбуватися в крижаній фазі дуже повільно — від 100 тисяч до мільйона років. Це могло б пояснити, чому існують комети з різним складом.

На питання про те, чому ці небесні тіла існують у різних частинах Сонячної системи, вчені теж готові дати відповідь. За їхніми словами, швидше за все, усі комети мали спільне джерело, але якесь велике небесне тіло на зразок Юпітера змінило їхні орбіти. В даний час дослідники збирають дані про інші комети, щоб збільшити ймовірність отриманих результатів.

## **Життя на Землю могло бути занесене метеоритом**

Японські вчені відкрили таємницю походження життя на Землі.

Учені з Японії з'ясували, що найважливіші компоненти життя на планеті Земля могли зародитися у величезних хмарах газу, які знаходяться у космічному міжзоряному просторі.

У лабораторних умовах було створено умови газових міжзоряних хмар. Колишні дослідження на цю тему давали лише теоретичне припущення про те, що в таких утвореннях можуть бути створені умови, необхідні для зародження життя. Досі нікому не вдалося отримати практичних доказів цієї теорії.



За допомогою двох дейтерієвих газорозрядних ламп дослідники направили всередину спеціальної вакуумної камери ультрафіолетовий промінь.

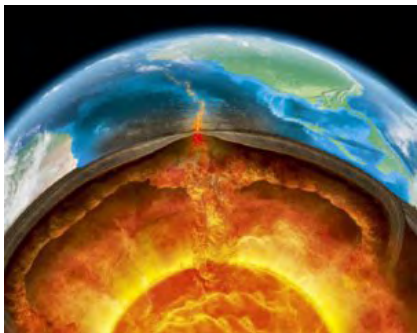
За переконанням дослідників саме в такий спосіб була запущена хімічна реакція, при протіканні якої на поверхні почала проступати крижана кірка. Речовина, що знову утворилася, була досліджена за допомогою мас-спектрометра.

У крижаній кірці були виявлені нуклеїнові основи тиміну, ксантіну, аденіну, цитозіну, а також наявність амінокислоти

Як відомо, саме амінокислоти виступають основними білковими будівельними блоками.

Результати дозволили стверджувати, що отриманий перший в історії людства доказ того, що життя на Землю могло бути занесене метеоритом, який раніше пройшов крізь такі газові міжзор'яні хмари.

## Породи в надрах Землі зберегли первісний вигляд



Породи в надрах Землі зберегли первісний вигляд, що допоможе з'ясувати, з чого утворився наш світ. Фото: progress.online

Міжнародна група вчених заявила про те, що в надрах Землі знаходяться гори і западини, які розділяють два шари мантії.

Дослідники зробили свої висновки, проаналізувавши дані, отримані в ході потужного землетрусу, повідомляє агентство «Сінхуа».

Літосфера включає кілька основних шарів: тверду земну кору, напіврозплавлену мантію і повністю розплавлене металеве ядро.

Земна кора поділена на окремі ділянки — тектонічні плити, які «плавають» по мантії.

Переміщення відбувається внаслідок неоднорідності мантії.

Аби з'ясувати, як влаштована мантія і що створює в ній неоднорідності, вчені проаналізували прикордонний шар між нижніми і верхніми мантійними шарами на глибині 660 км.



Дані були отримані від сейсмографічних станцій, які в 1994 році зуміли зафіксувати потужний землетрус в Болівії. Тоді поштовхи зуміли досягти прикордонного шару.

З'ясувалося, що межа являє собою безліч «гірських пік», що піднімаються на 1–3 км вглиб верхньої мантії або навпаки. Раніше експерти вважали, що межа є чіткою.

З цього всього випливає, що породи в надрах Землі зберегли первісний вигляд. Їхній аналіз допоможе в майбутньому з'ясувати, з чого створений наш світ.

## Як інопланетні-загарбники можуть знайти Землю

Астрофізик Френк Дрейк розповів, що на борту космічних апаратів серії «Вояджер» містяться різні документи, включаючи креслення, що відображають розташування Сонячної системи і Землі в космосі. По цій карті можна дізнатися, де мешкають земляни, пояснив учений.

Два дослідницькі зонди були відправлені в космос наприкінці 1970-х років. У інтерв'ю виданню National Geographic Дрейк припустив, що зонд може якимсь чином потрапити в руки інопланетян.

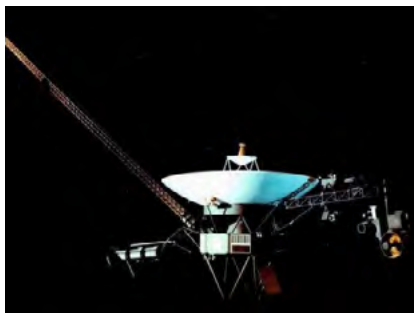
Якщо креслення будуть розшифровані, представниками позаземної цивілізації то вони можуть упізнати точне розташування Землі і відвідати її, якщо визнають таку подорож можливою і необхідною.

Втім, значно вірогідніше, що космічні апарати так і не будуть знайдені будь-ким, продовжуючи свою подорож по космосу, вважає учений.

За словами Дрейка, в часи, коли карта складалася, питання про плюси і мінуси контактів з представниками позаземних цивілізацій обговорювалися не надто активно, тому сумнівів у тому, що відправка у далекий космос креслень є хорошою ідеєю, практично не виникало.

Варто зазначити, що саму вірогідність існування у космосі розумних інопланетян багато учених визнають не такою вже низькою — у величезному Всесвіті існує чимало космічних тіл, за безліччю характеристик схожих із Землею.

Проте, навіть якщо представники позаземних цивілізацій дізнаються про існування Землі, навряд чи вони прибудуть на нашу планету з «особистим візитом». Багато хто з фахівців схильні вважати, що навіть із застосуванням гіпотетичних технологій майбутнього міжзоряні переміщення



можуть вимагати надто багато часу, і навряд чи гіпотетичне «захоплення» планети просто окупить витрати на такий переліт.

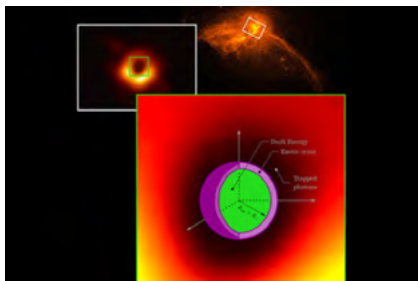
Втім, декого з учених вірогідність візиту прибульців лякає, і найбільш відомим представником цієї позиції можна назвати фізика Стівена Хокінга — він кілька разів закликав людство «зачаїтися», оскільки вважає, що візит інопланетян обіцяє людству таку ж долю, яку індійцям обіцяла колонізація Америки.

Карти на «Вояджерах» — далеко не єдиний гіпотетично можливий спосіб знайти Землю. Приміром, вірогідніше, що гіпотетичні інопланетяни одного разу «упіймають» із Землі радіосигнали.

## Існування зірок з темної енергії

Вчені Гавайського університету в Маноа з'ясували, що деякі чорні діри насправді є об'єктами, що містять в собі темну енергію, яка визначає швидкість розширення Всесвіту. Про це повідомляється в прес-релізі на Phys.org.

Дослідники показали, що дуже масивні зірки при руйнуванні можуть породжувати «геоди» (GEODE, Generic Objects of Dark Energy), схожі на чорні діри, однак замість сингулярності вони містять темну енергію.



Якщо певна частина старих зірок колапсує в «геоди», то їх кількості вистачить, щоб пояснити спостережувану в наші дні швидкість розширення Всесвіту.

Результати також допомагають зрозуміти дані, отримані 2016 р. при реєстрації гравітаційних хвиль від двох чорних дір, що зіткнулися. Тоді розрахунки показали, що маса пари була у п'ять разів більше передбаченої в комп'ютерному моделюванні.

Вчені виявили, що «геоди» ростуть з плином часу, а коли стикаються, вихідна маса стає у 4–8 разів вище, що узгоджується зі спостереженнями.

Темною енергією називають гіпотетичний вигляд енергії, завдяки якій спостерігається прискорене розширення Всесвіту. За оцінками, вона має складати близько 70 відсотків маси Всесвіту.

Згідно з одним із пояснень, будь-який обсяг простору має певну величину густини темної енергії, званої космологічною постійною.

## Галактики, в яких майже немає темної матерії

Вчені спантеличені галактиками, в яких майже немає темної матерії.

Вважається, що темна матерія домінує у Всесвіті, відіграючи ключову роль у формуванні галактик та їх скупчень. Отже, більша частина маси Чумацького Шляху міститься у цій невидимій речовині, відкритій у 2015 р. та може становити 99,99 %. І хоча ми не можемо безпосередньо спостерігати темну матерію, ми можемо бачити, як її гравітація впливає на видимі об'єкти.

Більш дивним стало для вчених з Єльського університету (США), віднайдення у 65 000 000 світлових років від Землі галактику NGC1052-DF2, у якій, мабуть, немає темної матерії. Астрофізики стверджують, що вона відрізняється від інших галактик тим, що «прозора» і має так мало зірок, що через неї видно більш віддалені галактики.

Як науковці з'ясували це?

Команда Єльського університету спостерігала галактику NGC1052-DF2 дуже ретельно.

Розмір галактики був близький до розміру Чумацького Шляху, але зірок вона мала майже у 100 разів менше: їхня маса була оцінена у 200 000 мас Сонця.

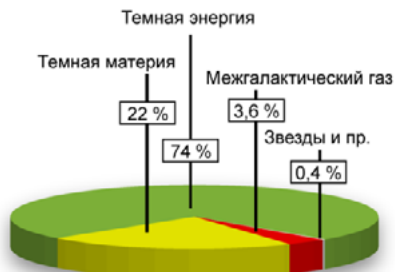
Водночас, швидкість зоряних кластерів навколо центру галактики NGC1052-DF2 була дуже невеликою, це означає, що галактиці не вистачало прихованої маси темної матерії, яка утримує систему, зберігаючи швидкість обертання зірок навколо її центру.

## Склад Всесвіту, відповідно до космічного апарату WMAP

Чому це важливо?

Одне несподіване спостереження не обов'язково порушує теорію про темну матерію. Та устремління знайти галактику, яка більш-менш позбавлена цієї речовини, безпечно, змушує вчених переглянути кілька фундаментальних речей.

По-перше, це дійсно виклик ідеї про те, як формуються галактики. «У сучасній теорії формування галактик, наше розуміння полягає в тому, що галактики утворюються в ореолі темної матерії, — говорить Піс Вейслер зі Стенфордського університету (США). — Існує досить тісний зв'язок між кількістю створених зірок і темної матерії, принаймні в момент формування галактики».



Іншими словами, немає ніякої темної матерії, ні галактики.

Вчені з Єльського університету намітили кілька сценаріїв, які могли б пояснити, як ця віддалена галактика могла сформуватися і розвиватися без темної матерії. За однією з них, це може бути «побічним» злиттям сусідніх галактик.

Втім, якщо з'ясується, що галактики можуть утворюватися, за відсутності темної матерії, то це буде дивним. «Вважається, що всі галактики складаються з зірок, газу і темної матерії. Тепер виявляється, що деякі галактики мають зірки і газ, але в них майже немає темної матерії. Це дивно», — підсумовує Роберто Абрахам, співавтор роботи.

Як не парадоксально, відсутність темної матерії в цьому конкретному зірковому конгломераті вказує на те, що темна матерія існує. «Без виявлення темної матерії, ми дійсно доводимо, що це реально», — говорить професор Пітер Ван Докакум, який очолював дослідження.

## Поява перших живих організмів під водою

Астробіологи НАСА з Лабораторії реактивного руху в Пасадені відтворили умови, що відповідають появі перших живих організмів під водою у відсутності сонячних променів, необхідних для фотосинтезу. В ході експерименту дослідники відтворили у пробірках хімічні процеси, які могли відбуватися на дні первинних морів Землі.

У першому випадку було змодельовано осадження на дно оксидів заліза, у другому випадку — діяльність гідротермальних джерел, що випускають гідроксиди заліза у воду. Ці з'єднання вступали в реакцію з амонієм ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) і піруватом, який відіграє ключову роль у метаболізмі живих організмів.

Піруват, або пірвіноградна кислота ( $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$ ), є простою органічною речовиною, яка могла спонтанно формуватися у гідротермальних системах.

Учені з'ясували, що у змодельованих умовах за присутності оксидів заліза піруват піддається відновному амінуванню, тобто його карбонільна група ( $\text{C}=\text{O}$ ) заміщається на амін. В результаті виходить проста амінокислота — аланін (один з компонентів білків). При цьому максимальна кількість аланіну утворюється, коли середовище є лужним, а мінерали оксид-гідроксиду заліза містять у рівних кількостях двовалентне і тривалентне залізо.

Подібні умови зустрічаються у багатих на залізо породах поблизу гідротермальних джерел з високою лужністю. Температура води при цьому має досягати 70 градусів Цельсія. Водночас хімічні реакції утворюють не лише аланін, а й інші з'єднання, які можуть стати основою для складнішої органіки.

Отже, на дні океанів можлива поява хемосинтезуючих організмів, які отримують енергію за рахунок окислення неорганічних речовин.

За словами дослідників, результати досліджень підвищують вірогідність існування життя на таких космічних об'єктах, як Енцелад (супутник Сатурна) і Європа (супутник Юпітера), які мають підлідні океани і є геологічно активними завдяки приливним силам газових гігантів.

## Експеримент з виявлення темної матерії

Учені засумнівалися в існуванні загадкової темної матерії.

На думку дослідників із США, експеримент з виявлення темної матерії не довів її існування. Результати команди COSINE-100 ставлять під сумнів результати щодо виявлення темної матерії.

Детектор часток DAMA/LIBRA п'ять років тому нібито виявив ознаки існування загадкової темної матерії. Про це відкриття учені Національної лабораторії Гран-Сассо в Італії опублікували результати свого експерименту: частки темної матерії стикалися з ядрами атомів йодиду калію і генерували спалахи.

Також упродовж року інтенсивність спалахів мінялася, що, ймовірно, пояснювало рух Землі

крізь темну матерію. Проте результати дослідження учених з Йельського університету поставили під сумнів результати колег з Італії. В результаті американського експерименту під назвою COSINE-100 не було виявлено жодних подібних взаємодій темної матерії і звичайно, грубо кажучи, спалахів вони дослідники не побачили.

Щоправда, слід зазначити, що використовувалися не йодид калію, а абсолютно інші речовини, використання якої мало збільшити рівень виявлення гіпотетичних часток темної матерії.

Результати команди COSINE-100 опубліковані в журналі Nature, де спростовуються результати експериментів детектора часток DAMA/LIBRA.

Учені ж пояснюють провальний експеримент італійців звичайними земними взаємодіями.



## Двійник Землі у космічному просторі

Учені не втрачають надії виявити двійника Землі у космічному просторі.

Останні дослідження у цій галузі показали, що планети, порівнянні з нашою, є практично у кожній 10-ої зірки, порівнянної з Сонцем.

Гіпотеза, згідно з якою у Всесвіті є, як мінімум, одна планета, що нагадує Землю, завжди була дуже популярною. Та проблема в тому, що вчені досі так і не змогли знайти вагомих доказів цього.



Проте, дослідження у цьому напрямку тривають, і вже зараз можна говорити про певні успіхи.

Вивчаючи дані, отримані за допомогою телескопів «Гайя» і «Кеплер», астрономи дійшли висновку, що приблизно у кожній 10-ої зірки у нашій Галактиці, порівнянній з Сонцем, існують планети, що є практично повним аналогом Землі.

Теоретично на їхній поверхні цілком може бути вода, причому, у своєму природному, рідкому стані.

Однак, щоб це підтвердити, потрібно буде виконати величезний обсяг роботи. Основна проблема полягає у віддаленості цих планет. Тому поки що науковці отримують лише загальну інформацію — клі-

мат, тривалість року тощо.

Деякі з виявлених планет, порівнянні із Землею за масою і розміром. Проте клімат на них більше нагадує не земний, а марсіанський.

## Життя було занесено з космосу



Вчені провели дослідження, яке доводить, що жителі Землі отримали усе необхідне для створення життя з космосу. Тепер ні у кого не викликає сумнівів те, що і саме життя було занесене з космосу.

Група учених з Гавайського університету, очолювана професором Ендрю М. Тернером виконала дослі-

дження, результати якого шокували багатьох. Для ознайомлення фахівці розмістили усю інформацію в спеціалізованому науковому виданні.

Доведено, що основними будівельними елементами на нашій планеті є фосфати, хоча науковці їх іще не достатньо вивчили. Раніше було доведено, що життя на Землі зупиниться у той момент, коли в клітинах перестане самовідтворюватися енергія.

Гавайські астрономи з університету Маноа довели, що існуючі на нашій планеті фосфати мають космічне походження і синтезуються на Землі не можуть.

Потрапили ж вони до нас за допомогою метеоритних дощів і комет ще на зорі становлення усього живого, а через певний час фосфор став основною складовою молекул усіх живих клітин. Допоміжним компонентом для фосфатів виступає діфосфорна кислота, об'єднавшись ця пара входить до складу хромосом, які несуть генетичну інформацію і входять до складу ДНК.

Фосфоліпіди клітинних мембран і адено-зінтри-фосфати виступають у ролі носіїв енергії у клітинах, забезпечуючи самовідтворення матеріалу, яке відбувається в усьому живому.

Учені провели аналоги з вакуумом у камерах, де імітуються космічні умови. В ході експерименту дослідникам удалося спостерігати формування фосфор-складових окислень, такі формування могли утворюватися на кометах з крижаним покриттям. Отже, доведено, що космос надав землянам «будівельну цеглу», а ось чи правильно ми ними розпорядилися, покаже час.

## **Бактерія, схожа за своїми властивостями на предків мітохондрій**

Біологи з Китаю і США створили синтетичну бактерію, схожу за своїми властивостями на предків мітохондрій, — головних «енергостанцій» у клітинах людини, інших тварин, а також грибів і рослин.

Результати дослідів з ними були представлені в журналі PNAS.

«Ці штучні організми дозволять нам перевірити дві ключові теорії, що описують еволюцію життя — перехід зі «світу РНК» у «світ ДНК», а також те, як з'явилися предки багатоклітинних тварин. Вони дозволяють нам шукати відповіді на ті еволюційні питання, які у минулому



вважалися нерозв'язними», — заявив Пітер Шульц (Peter Schultz) з Інституту Скриппса у Ла-Хойе (США).

За сучасними уявленнями, еукаріоти — складні клітини з відосбленим ядром і повним «набором» інших органел — з'явилися в результаті «асиміляції» їх предками різних бактерій і архей. Характерним прикладом цього процесу є мітохондрії — клітинні «енергетичні станції», що синтезують основну «енерговалюту» клітин — молекули АТФ. Вони відокремлені від іншої частини клітини подвійною мембраною, схожою на оболонку бактерії, а також мають свою власну ДНК і систему синтезу білків.

Органи фотосинтезу рослин і водоростей — хлоропласти — мають аналогічну природу. «Приручення» мітохондрій, як сьогодні вважають біологи, було ключовим кроком у еволюції наших одноклітинних предків.

Оскільки мітохондрії відіграють критично важливу роль у житті клітин і людини, і усіх інших еукаріот, багато хто з учених сьогодні вважає, що це «приручення» сталося на найперших етапах еволюції багатоклітинних живих істот, ще до того, як розділилися предки найпростіших, тварин, грибів і рослин.

Шульц і його колеги створили перший «інструмент», який дозволяє перевірити, чи це так, і зрозуміти, як бактерії змогли проникнути і вижити усередині клітин наших прадавніх пращурів. Для цього вони кардинально переробили ДНК звичайної кишкової палички, вставивши в неї гени синтезу АТФ і викинувши звідти усе «зайве», а також зробивши бактерію залежною від вступу певних нутрієнтів з клітки-«господаря».

Зокрема, ця синтетична «мітохондрія» не могла самостійно виробляти вітамін В1, критично важливий для виживання і розмноження мікробів, крім того в її геномі була відсутня ціла низка інших критично важливих генів. На додаток, її оболонка була модифікована таким чином, що подібні бактерії стали непомітними для природженої імунної системи «господарів», але при цьому нездатними самостійно жити у зовнішньому середовищі. Ці «кишкові палички» дослідники вставили у клітини дріжджів, що зазнали аналогічних змін, — їхні мітохондрії були безповоротно пошкоджені, що фактично позбавляло їх припливу АТФ і прирікало на стагнацію або смерть. Відповідно, виходом з цієї ситуації, якщо теорія про «приручення» мітохондрій вірна, мали стати їхні нові «співмешканці».

Як виявилось, це дійсно було так — поява мікробів усередині клітин дріжджів оживила їх і дозволило їм почати цикл розмноження, переносячи разом з собою частину нових «мітохондрій».

В цілому, науковці не знайшли жодних проблем з роботою своїх синтетичних «фабрик АТФ» упродовж понад 40 циклів ділення дріжджів, що може свідчити про життєздатність подібного підходу у вивченні еволюції життя.

Найближчим часом генетики планують ще сильніше «очистити» геном кишкової палички, поступово наближаючи її до реальних мітохондрій.



Нові експерименти, як сподіваються Шульц і його колеги, допоможуть нам зрозуміти, коли і як наші предки навчилися подібного симбіозу.

### **Квантово-механічні властивості антиматерії**

Фізики з Італії і Швейцарії провели експеримент з позитроном, аналогічний досвіду з двома щілинами і електроном. Вони продемонстрували парадокс, який полягає у тому, що поодинока частка інтерферує сама з собою, і довели, що квантово-механічні властивості антиматерії схожі на властивості звичайної речовини.

Згідно з корпускулярно-хвильовим дуалізмом, електрони за різних умов можуть проявляти властивості хвиль і часток. Частки можуть бути представлені у вигляді хвиль де Бройля, які характеризують вірогідність знаходження об'єкта у цій точці простору.

Як і будь-яка хвиля, хвилі де Бройля, при проходженні через вузькі щілини, можуть піддаватися дифракції і інтерференції, при яких відбувається накладення двох когерентних хвиль, внаслідок чого виникає збільшення або зменшення їх амплітуд.

Отже, знаходження електронів у певних точках стає більш-менш вірогідним.

Інтерференційна картина, як у класичному досліді Юнга, виникає навіть у тому випадку, якщо через пристрій з двома щілинами пропустити частки по одній: одну за одною.

Отже, хвиля де Бройля визначає вірогідність потрапляння поодинокої частки на якусь ділянку екрана детектора. В цьому випадку нерідко говорять, що частка інтерферує сама з собою. Хоча в теорії античастинки мають проявляти ті самі властивості, досі їх інтерференцію ніхто не демонстрував на практиці.

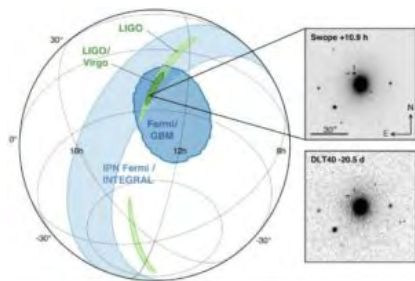
Дослід був проведений в італійській Лабораторії n-структурної епітаксії і кремнієвої спінтроніки (L-NESS). Як джерело позитронів (античастинок електронів) використали радіоактивний ізотоп Na-22. Частки розганялися до енергії 8, 9, 11 і 14 кілоелектронвольт і потрапляли в інтерферометр Талбота-Лау. Пристрій складався з двох коліматорів (довгих отворів), призначених для отримання вузького пучка часток; двох дифракційних ґрат з різними періодами, емульсивного детектора і детектора гамма-променів, що вловлює випромінювання від анігіляції позитронів при зіткненні з емульсією.

Аналіз інтерференційних смуг, отриманих при потраплянні на емульсивний детектор часток упродовж 120–200 годин, продемонстрував ту саму картину корпускулярно-хвильового дуалізму, що спостерігалася у класичному експерименті з двома щілинами.

За словами учених, результати показують, що в майбутньому стане можливим створити надчутливі пристрої, ґрунтовані на принципі дії інтерферометра Талбота-Лау, для вимірювання гравітаційної взаємодії антиматерії, що досі не спостерігалася, зі звичайною матерією.

## Реєстрація гравітаційних хвиль

Як реєструють гравітаційні хвилі?



Це питання неодмінно виникає, коли заходить мова про детектування гравітаційних хвиль (ГХ).

Зазвичай наводять такий аргумент: ми знаємо, що є гравітаційне червоне зміщення, тобто гравітація розтягує довжини хвиль.

Розумно припустити, що в LIGO світло теж розтягуватиметься, і довжини хвиль, які ми використовуємо як «лінійку» для вимірювання відстані між дзеркалами,

розтягнуться у тій же мірі, що і сама відстань. Як же можна тоді користуватися інтерферометром для вимірювання гравітаційних хвиль?

Наведемо можливі відповіді на нього:

- ГХ не впливають на світло, так що питання не має сенсу.
- ГХ розтягують довжину хвилі світла, але дуже слабо, так, що ми не помічаємо.



— Це не має значення, принцип детектування не чутливий до довжини хвилі.

— Детектори насправді і не працюють.

Почнемо з того, що детектори все ж працюють.

На сьогодні існує понад десяток подій з ГХ. Найпереконливіше — спільне детектування ГХ і спалахи світла від злиття нейтронних зірок.

У LIGO побачили ГХ, триангулювали область на небі, звідки вони приходять, і показали телескопам: «Шукайте там!» Ті подивилися, і побачили спалах кілонової зірки саме там, де вказали з LIGO.

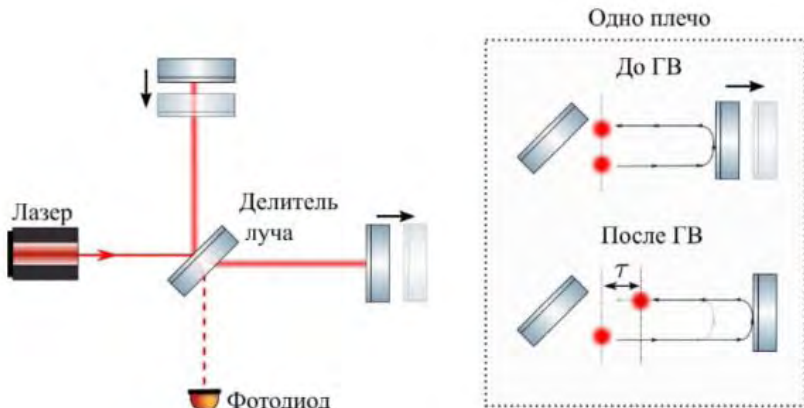
Так що сумнівів у тому, що воно працює, особливо немає. Давайте розберемося, як саме.

Що взагалі таке LIGO?

Гравітаційна хвиля, що виникла при злитті масивних об'єктів, поширюється у просторі-часі як мале збурення його кривизни. Це призводить до того, що відстані між об'єктами злегка міняються, коли хвиля проходить через них (точніше, саме визначення відстані змінюється). У LIGO два плеча інтерферометра Майкельсона завдовжки 4 км змінюються на  $\sim 10^{-18}$  м, і детектор здатний вловити цю зміну. Важливий момент: якщо ГХ розтягує одне плече інтерферометра, друге плече буде стисло пропорційно (в ідеалі; це впливає з природи ГХ і наявності у них двох поляризацій).

### ***Концепція вимірювання.***

Спершу розглянемо приклад, який допоможе зрозуміти основний принцип роботи детектора.



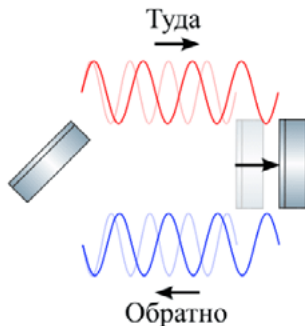
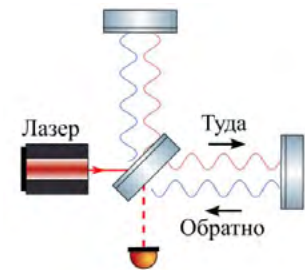
Справжній детектор працює з безперервним світлом — лазер увесь час накачує резонатори у LIGO світлом, а фотодіоди постійно реєструють наявність/відсутність сигналу. Але для прикладу спростимо схему: нехай у нас є джерело фотонів, яке одночасно посилає фотони у двох напрямках, там вони відбиваються від дзеркал, і повертаються на детектор фотонів (у нашому випадку дільник променів), як показано на ілюстрації нижче.

Якщо два дзеркала знаходяться на рівній відстані від джерела фотонів, два фотони повернуться на детектор одночасно (як на малюнку вище). Якщо ГХ розтягує одне плече на  $x$ , і стискає інше на  $x$ , то один фотон приїде раніше за інший на

$2t = 4x/c \sim 4 \times 10^{-18} / (3 \cdot 10^8) \sim 10^{-26}$  с, як на малюнку вище. Це дуже мало, звичайно, і було б неможливо виміряти безпосередньо, але ми і вимірюємо дещо інакше.

### Детальне пояснення.

Розглянемо тепер інтерферометр Майкельсона, в який світять безперервним лазером, промінь ділиться порівну на дільнику променя, відбивається від кінцевих дзеркал і, повертаючись назад на дільник променя, інтерферує.



Для простоти припустимо, що ГХ є «сходиною» — вмить змінює метрику на малу величину  $h_0$ . Під словами «зміна метрики» ми маємо на увазі, що визначення відстані дещо змінюється, тобто усі відстані зростають (чи зменшуються) в  $(1 + h_0/2)$  раз. Якщо ми розглянемо відстань між дільником променя і кінцевим дзеркалом  $L$ , при зміні метрики воно зросте на  $\Delta L$ , так що  $h_0 = 2\Delta L/L$ .

Зауваження: важливо, що представлення ГХ «сходиною» корисно для розгляду лише на пальцях, в реальності необхідно розглядати ГХ, як хвилю з певною довжиною.

Розглянемо, що відбувається зі світлом у цю мить.

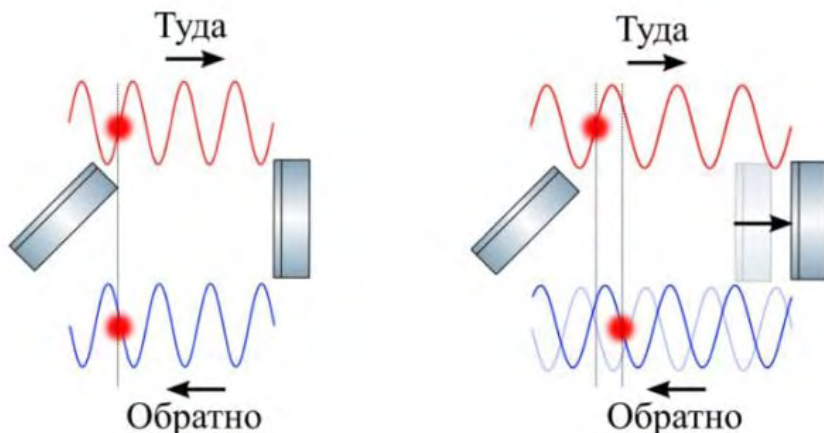
У момент приходу ГХ довжина хвилі світла розтягується відносно первинної довжини хвилі (напівпрозорі криві).  $\Delta L$ : довжина хвилі показана у порівнянній

з довжиною плеча для наочності, насправді довжина хвилі лазера близько 1 мікрона, а довжина плеча — 4 км.

Якщо у дзеркала до розтягування знаходився вузол стоячої хвилі, він там і залишиться після розтягування, як показано на картинці вище. Чому? Цього вимагає теорія відносності: оскільки не існує виділеної незалежної системи спокою; вузлу нічого не залишається, як залишатися там, де він був відносно поверхні дзеркала.

Тобто, довжина хвилі збільшується у  $(1 + h/2)$  разів, як і передбачалося на початку статті за аналогією з гравітаційним червоним зміщенням.

Так виходить, що все ж світло розтягнулося разом з детектором, і ми не можемо зареєструвати сигнал?



Покажемо це на картинці вище: простежимо шлях конкретного вузла у розтягнутій хвилі на шляху туди і назад, позначивши його колом. Незважаючи на розтягування, світло все ще поширюється зі швидкістю світла. А це означає, що для хвилі, яка тільки що увійшла до плеча частини, знадобиться більше часу, щоб здолати шлях туди-назад (згадаємо тут пункт 3 зі статті). Тобто, її фаза по прибуттю зміниться (як можна бачити на картинці).

Більше того, світло продовжує накачувати світло з нерозтягнутою довжиною хвилі. Фаза, набрана світлом на шляху від дільники до дзеркала і назад, залежить від власної частоти світла  $\omega_{\text{соб}}$ , спостережуваної на дільнику променів, і часу.

З цього рівняння, до речі, очевидно, чому у детектора таке довге плече — чим більше довжини  $L$ , у порівнянні з довжиною хвилі, тим точніший детектор.

Детектори наступного покоління, типу Einstein Telescope або Cosmic Explorer, будуть ще довші — від 10 до 40 км.

Зазначимо, що в реальності ГХ не бувають «сходиною», це хвиля з довжиною хвилі набагато більше за довжину плеча, так що за час, поки один «вузол» світлової хвилі проходить туди-назад, розтягуванням його можна нехтувати. Тому перший момент «розтягування» світла з розгляду «на пальцях» насправді фактично відсутній.

Отже, висновок.

Правильна відповідь на питання на початку статті: і 2 і 3 — гравітаційні хвилі діють на світло дещо інакше, ніж на відстань між дзеркалами, але це не має значення, оскільки у будь-якому випадку ми вимірюємо не довжину хвилі, а затримку по фазі. Іншими словами, гравітаційно-хвильовий детектор працює як годинник, а не як лінійка.

Висновок:

$$\phi = \omega_{\text{соб}} \tau_{\text{туда-обратно}}$$

Можно показати (напр. тут или тут), что если длина волны ГВ гораздо больше длины плеча интерферометра, собственная частота практически не меняется. А время задержки будет зависеть от расстояния между зеркалами:

$$\tau_{\text{туда-обратно}} \approx \frac{2L}{c} \left(1 + \frac{h_0}{2}\right)$$

Соответственно, по приходу на делитель луча, фаза света будет обладать задержкой, зависящей от величины метрики  $h_0$ . В другом плече все будет происходить так же с точностью до знака перед  $h_0$  — ведь это плечо будет не растягиваться, а сжиматься. В итоге на делителе луча разность фаз между двумя плечами будет

$$\Delta\phi = \frac{2\omega L}{c} \left(1 + \frac{h_0}{2}\right) - \frac{2\omega L}{c} \left(1 - \frac{h_0}{2}\right) = 2\pi \frac{L}{\lambda} h_0$$

Важливо підкреслити, що гравітаційна хвиля впливає на довжину хвилі світла інакше, ніж на відстань між дзеркалами. Пов'язано це, насамперед, з тим, що період ГХ набагато більше часу, який займає світло на шлях туди-назад. Плече інтерферометра продовжує розтягуватися з часом, наслідуючи період ГХ, а світло увесь час поступає «нове» з лазера.

Крім того, в реальному детекторі є додаткові дзеркала, які створюють кілька резонаторів, що ефективно збільшують довжину плеча. Проте, це не впливає на основну ідею.

## Фіксація переміщення світла

Відомі блогери у utube-каналі The Slow Mo опублікували новий відеосюжет, у якому показали, як виглядає в реальності переміщення світла. Для цього вони використали камеру, здатну знімати зі швидкістю 10 трильйонів кадрів за секунду.

Швидкості камери виявилось достатньо, аби вона змогла зафіксувати переміщення світла.

Сюжет блогерів за добу подивилося майже півмільйона осіб.

«У мене дивні відчуття, немов людина ніколи не мала б цього бачити. Ми немов проникли в основу Всесвіту», — прокоментував один з блогерів.



## Тунельний ефект часток через потенційний бар'єр

Міжнародна група учених з'ясувала, що тунельний ефект часток через потенційний бар'єр відбувається миттєво, а не через кінцевий час, як показували недавні дослідження. Час, що витрачається електронами на тунельний ефект, вимірювали за допомогою атто-годинника — пристрою, який генерує лазерні пучки тривалістю кілька атто-секунд (10 у мінус 18 степені секунди) і здатний розрахувати, коли електрони вивільняються з атома. З воднем взаємодіяла тисяча ультракоротких світлових імпульсів із сумарною потужністю 30 Гват.

Хоча спочатку вважалося, що тунельний ефект протікає миттєво, недавні дослідження, у яких застосовувалися багатоелектронні атоми, продемонстрували, що електрони проходять крізь потенційний бар'єр за кінцевий ненульовий час.



Проте атоми водню, які мають один електрон, дозволили провести точніші вимірювання і розрахунки, щоб вирішити це завдання. Результати експерименту показали що спостережувана картина відповідає даними, одержаним при теоретичному моделюванні миттєвого тунельного ефекту.

Тунельний ефект, який можна уявити, як проходження об'єкта крізь стіну, спостерігається у квантових системах і неможливий у класичній механіці. Він полягає у тому, що частка може здолати потенційний бар'єр, не маючи достатньо для цього енергії, завдяки співвідношенню невизначеності Гейзенберга.

Потенційним бар'єром називають область простору, що розділяє дві інші області з різними або однаковими потенційними енергіями.

## Нові властивості чорних дір

Математик з Каліфорнійського університету у Берклі довів, що рівняння теорії відносності Альберта Ейнштейна припускають, що всередині деяких чорних дір минуле умовного спостерігача стирається і з'являються різні варіанти майбутнього. Це спростовує одну з основоположних космологічних теорій — теорію «космічної цензури».



Як передає NEWS.am, майже півстоліття тому видатний британський фізик і математик Роджер Пенроуз вперше сформулював теорію «космічної цензури». Вона переносить на Всесвіт філософський принцип детермінізму — зумовленості майбутнього, оскільки минуле змінити неможна.

Пенроуз згоден, що всередині сингулярності, тобто чорної діри, можуть перебувати точки, у яких минуле умовного спостерігача стирається, а майбутнє стає нескінченно варіативним. Але, на думку вченого, потрапити туди навіть теоретично неможливо, тому що кожна сингулярність відокремлена від звичайного детермінованого Всесвіту непереборним горизонтом подій.

Пітер Хінтц, математик з Каліфорнійського університету у Берклі кинув виклик авторитету Пенроуза. Його розрахунки показують, що у випадку з деякими видами чорних дір у такому Всесвіті, як наш, спостерігач зміг би пережити перехід за горизонт подій з детермінованого світу в недетермінований, де його минуле стерлося б, а майбутнє стало невизначеним.

Яке життя було б у просторі, де минуле зникло, а майбутнє має нескінченне число варіантів, — неясно.



Але висновок Хінтце не означає, що рівняння загальної теорії відносності Ейнштейна, які досі прекрасно описують еволюцію Всесвіту, помилкові, говорить автор відкриття. «Наскільки мені відомо, жоден фізик не збирається подорожувати в середину чорної діри і вимірювати процеси, які відбуваються у ній. Це суто математична проблема, і запропоноване мною рішення робить рівняння Ейнштейна математично більш цікавими, — говорить Хінтц. — Це питання, яке можна реально вивчати математично, але відповідь на нього має фізичні, майже філософські наслідки, що робить рішення загадки стирання минулого, за горизонтом подій, дуже крутим заняттям».

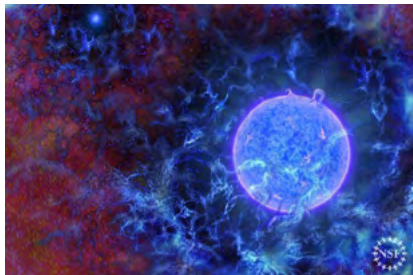
## **Чому у Всесвіті спостерігається баріонна асиметрія**

Фізики університету Сиракуз у США підтвердили, що частинки і античастинки, що містять зачаровані кварки (с-кварки), по-різному розпадаються.

Цим можна пояснити, чому у Всесвіті спостерігається баріонна асиметрія, тобто переважання речовини (баріонної матерії) над антиречовиною.

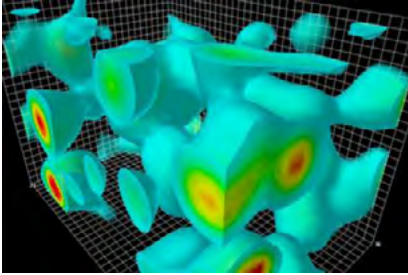
Вчені проаналізували результати, одержані при протон-протонних зіткненнях, зареєстрованих детектором LHCb на Великому Адронному колайдері. Вони з високою точністю (до однієї десятої відсотка) визначили співвідношення продуктів розпаду D0-мезонів і анти-D0-мезонів. Мезони складаються з одного кварка і антикварка, причому D0-мезони містять зачарований кварк і верхній антикварк, а анти-D0-мезони — анти-с-кварк і верхній кварк.

Дослідникам вдалося встановити порушення CP-інваріантності, тобто порушення збереження законів фізики відносно операції дзеркального відображення фізичного процесу з одночасною заміною усіх частинок на античастинки. Різниця у розпаді речовини і антиречовини може пояснити дисбаланс матерії і антиматерії, що досі є одним з невіршених питань сучасної фізики.



## **Визначено, як простір між атомами впливав на квантовий стан фотонів**

Уперше в історії виміряно енергію порожнечі. Віртуальна частка є квантовою флуктуацією.



Учені Швейцарської вищої технічної школи Цюріха уперше виміряли спектр електромагнітних хвиль, що спонтанно виникають у вакуумі. Дослідники порівняли зрушення поляризації фотонів у складі двох лазерних імпульсів тривалістю трильйонної частки секунди. Пучки світла проходили через охолоджений нелінійний оптичний кристал у різних місцях

і в різний час, тож фахівці змогли визначити, як порожній простір між атомами впливав на квантовий стан фотонів.

Оскільки з основного стану не можна витягнути енергію, флуктуації електромагнітного поля не можуть бути виміряні безпосередньо за допомогою детекторів.

На їх існування вказують непрямі докази, такі як ефект Казимира, що полягає у взаємному притягуванні двох незаряджених тіл через те, що тиск віртуальних фотонів між ними виявляється меншим, ніж ззовні.

Віртуальна частка є квантовою флуктуацією, для якої характерні деякі властивості реальних часток. Її існування визначається принципом невизначеності Гейзенберга, який припускає порушення закону збереження енергії упродовж надзвичайно малих проміжків часу.

## Новий спосіб боротьби з ядерними відходами

Робота лауреата Нобелівської премії Жерара Муру може потенційно вирішити головну проблему в енергетичній галузі: ядерні відходи.



Муру і його колега, професор Тосікі Тадзіма, досліджують концепт використання лазерів високої інтенсивності для утилізації ядерних відходів.

Нобелівська премія Муру, яку він ділить з професором Донною Стрікленд з Університету Ватерлоо, вручена 2018 року за роботу, яка, згідно з нобелівським прес-релізом,

«проклала шлях до найкоротших та інтенсивних лазерних імпульсів, будь-коли створених людством». Ці імпульси можуть потенційно використовуватися для утилізації радіоактивних ядерних відходів на атомному рівні завдяки процесу, який називається трансмутацією.

Муру стверджує, що ідея все ще перебуває на дуже ранніх стадіях, і можуть минути десятиліття, перш ніж ми зможемо побачити початок створення прототипу, який буде працювати, але навіть ідея цього явища цікава.

Проблема ядерних відходів починає накопичуватися швидше, ніж деякі країни можуть її вирішити. Отже, запропоноване лазерне рішення може бути вельми корисним для такої країни, як Франція, яка в даний час намагається побудувати підземний бункер для зберігання ядерних відходів.

На думку екологічних організацій, таких як Грінпіс, це може означати, що ядерні відходи потраплять у ґрунтові води, або щось подібне. Тож ідея Муру і Тадзіма важлива, навіть якщо ми не побачимо її наслідків упродовж багатьох років.

## Перше реальне фото чорної діри

Астрономи показали перше в історії зображення чорної діри.

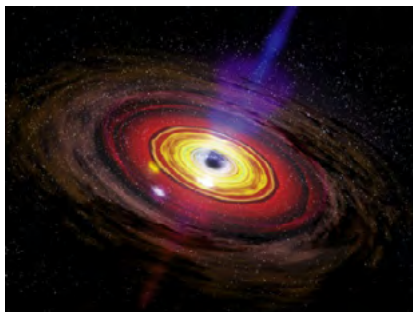
Національний науковий фонд (NSF) провів прес-конференцію у квітні 2019 року, в ході якої світу було продемонстровано перше реальне фото чорної діри.

Знімок було отримано у рамках міжнародного астрономічного проєкту Event Horizon Telescope (ЕНТ), що об'єднує вісім потужних телескопів по всьому світу.

Сфотографувати саму чорну діру з огляду на її властивості поглинання світла просто неможливо, тому астрономи зафіксували її тінь.

На представленому фото видно ореол з пилу і газу, що окреслює велетенську чорну діру у серці найбільшої у сузір'ї Діви галактики Мессьє-87, що знаходиться за 54 мільйони світлових років від Землі (один світловий рік — це 9,5 трильйона кілометрів). Маса чорної діри приблизно у 6 мільярдів разів більша за масу Сонця.

«Чорні діри — найзагадковіші об'єкти у всесвіті. Ми бачили те, що вважали невидимим. Ми сфотографували чорну діру», — заявив Шеперд Доулман, директор Event Horizon Telescope і старший науковий співробітник Гарвардського університету.





Зафіксоване на фото випромінювання створюється частками усередині диска, які нагріваються до мільярдів градусів і перетворюються на плазму, коли обертаються навколо чорної діри зі швидкістю, близькою до швидкості світла, перш ніж зникнути всередині.

Нааявність яскравого півмісяця на фото пояснюється тим, що частки з боку диска, що обертаються до Землі, летять до нас швидше і тому виглядають світліше. Темна тінь усередині означає край горизонту, за межами якого ні світло, ні будь-яка інша матерія не здатні рухатися досить швидко, щоб уникнути дії гравітаційного тяжіння чорної діри.

Для створення знімка була задіяна мережа з восьми потужних радіотелескопів, розташованих на п'яти континентах по всій планеті. Усі вони були націлені на одні і ті самі області простору впродовж одного тижня у квітні 2017 року. Лише шляхом об'єднання величезного масиву даних, отриманих з усіх восьми телескопів, і їх обробки суперкомп'ютером упродовж кількох наступних місяців вдалося зробити це зображення. Перед обнародуванням фотографії усі дані пройшли строгий процес перевірки незалежними фахівцями.

За словами експертів, щоб отримати аналогічний знімок за допомогою звичайного телескопа, він має бути розміром із Землю.

## Чи є «нова фізика», чи ні

Фізики вперше побачили найрідкісніший розпад атома у Всесвіті.

Період напіврозпаду ізотопу ксенону-124 у трильйон разів більше часу життя Всесвіту.

Учасники колаборації XENON1T стали свідками завершення одного з найповільніших процесів у Всесвіті — зворотного бета-розпаду двохнейтринного атома ксенону-124.

Період напіврозпаду цього ізотопу в трильйон разів більше часу існування Всесвіту.

«Ми на власні очі побачили цей розпад. Це найдовший, найповільніший процес, який будь-коли вдалося вивчити людству, і наш детектор виявився достатньо чутливим, аби ми безпосередньо могли простежити за ним. Дивно, але тепер ми можемо впевнено сказати, що XENON1T вивчив найрідкіснішу річ у Всесвіті», — заявив Ітан Браун (Eathan Brown) з Політехнічного інституту Ренессалера в Троє (США).

Установку XENON1T побудовано в італійській лабораторії Гран-Сассо у 2014 році для пошуків слідів існування «важкої» темної матерії, так званих частинок-вимпів. Вона є величезним чаном, заповненим трьома тонами надчистого ксенону, що приблизно в 10 разів більше маси усіх його конкурентів.

Ядра атомів благородного газу, як припускали раніше учені, мали

взаємодіяти з вимпами особливим чином, що можна було виявити, спостерігаючи за спалахами світла усередині зрідженого ксенону. В результаті експериментів на японському детекторі KamLAND учені не виявили слідів у край рідкісних варіантів розпаду ядра ксенону-124, що говорить про нижчу масу нейтрино, ніж передбачалося.

За останні два десятиліття учені створили близько дюжини подібних детекторів з дедалі більшим об'ємом і масою. Жоден з них так і не зміг зафіксувати слідів взаємодій ксенону з вимпами. Це змушує сьогодні багатьох фізиків сумніватися у тому, що подібна форма темної матерії існує в природі.

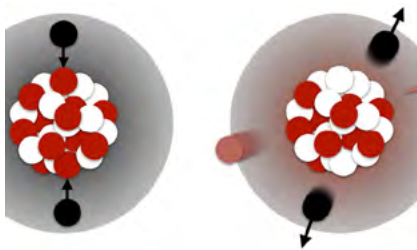
У випадку з XENON1T, ці зусилля не були зовсім безрезультатними. Браун і його колеги не знайшли «важкої» темної матерії, але відкрили сліди одного з найрідкісніших процесів у Всесвіті, критично важливого для пошуків «нової фізики».

Крім класичних бета- і альфа-розпадів, існують і інші, більш екзотичні варіанти «самознищення» нестабільних атомів, у ході яких вони виробляють пари електронів і нейтрино, або ж поглинають їх. Деякі з них передбачені теорією, але на практиці поки не виявлені через надзвичайно великі періоди напіврозпаду речовин, здатних поводитися таким чином, або вкрай малих шансів на те, що розпад піде саме за цим сценарієм.

До їх числа входив так званий ЕСЕС-розпад, у ході якого атом одночасно захоплює два електрони, вони зливаються з протонами, породжуючи два нейтрино. Цей процес може супроводжуватися як виділенням двох нейтрино, так і їх взаємною анігіляцією, причому шанси і на те, і на інше зникаюче малі.

Група вчених, працюючих в проєкті ECHO, на конференції у Мюнхені оприлюднила результати вимірів періоду напіврозпаду одного з ізотопів ксенону — ксенону-136 — по типу подвійного бета-розпаду двонейтринного. Як виявилось, цей процес займає  $2,11 \cdot 10^{21}$  років.

За весь час існування науки вчені знайшли лише два натяки на існування першого підтипу ЕСЕС-розпадів, спостерігаючи за атомами барію-130 і криптону-78.



Усі вимірювання такого роду були непрямими, через що вони викликають сумніви у багатьох експериментаторів і теоретиків.

Браун і його колеги по колаборації XENON1T довели, що подібний процес дійсно відбувається з атомами ксенону-124, незліченна безліч яких була присутньою усередині чана їхнього детектора. Цей пристрій, як зазначає учений, був влаштований таким чином, що фізики могли «марнотратити» час, тому і мали змогу простежити за джерелом і народженням будь-якого спалаху світла всередині ємності із зрідженим газом.

Аналізуючи подібні події, вчені наштовхнулися на незвичайну порцію спалахів рентгенівського випромінювання і на пучки електронів, які не були схожі на сліди розпадів ксенону-124 по «звичайних» каналах або на результати проникнення космічних променів у чан XENON1T.

Проаналізувавши їх властивості, науковці дійшли висновку, що спалахи світла народилися у той момент часу, коли один з атомів ксенону-124 поглинув два електрони, перетворився на теллур-124 і викинув пару нейтрино.

Ці перебудови призвели до того, що інші електрони почали масово мігрувати на «вакантні» місця, що й породило незвичайні сплески Рентгена. Це відкриття дозволило фізикам дати першу практичну оцінку періоду напіврозпаду ксенону-124. Він виявився помітно довшим, ніж припускали теоретики — 18 секстильйонів років, що у 112 мільйонів разів більше, ніж вважалося раніше, і в трильйон разів вище, ніж час існування Всесвіту.

Подальші виявлення ЕСЕС-розпадів, як сподіваються фізики, допоможуть їм виміряти деякі найважливіші властивості нейтрино, критично необхідні для перевірки Стандартної моделі фізики і визначення того, яку масу мають ці невловимі частки.

На додаток, учені припускають, що їхня знахідка підвищує шанси на відкриття ще рідкісніших безнейтринних ЕСЕС-розпадів, безпосередньо пов'язаних з тим, чи є «нова фізика», чи ні.

## Чорна діра Powehi

Чорну діру в центрі галактики M87, фотографії якої нещодавно отримали астрономи, назвали Powehi. У перекладі з гавайської це означає «прикрашене темне джерело нескінченного творення».



Назву Powehi запропонував професор Гавайського університету Ларрі Кімура, до якого звернулися астрономи, що брали участь у проєкті.

Два з восьми телескопів, використуваних при зйомці чорної діри, розташовані на Гавайях.

Назва відсилає до гавайської пісні XVIII століття Kumulipo, що розповідає про створення світу. Вчені обрали ім'я для першої сфотографованої чорної діри в історії людства.

Щоб отримати фото діри, астрофізикам довелося об'єднати всім телескопів у різних точках Землі. Утворився великий «віртуальний телескоп», який направили на компактне радіоджерело Стрілець А \* в центрі нашої Галактики і ще на одну чорну діру в іншій галактиці.



## Момент народження чорної діри

Передбачається, що астрономи стали свідками «моменту» перетворення зірки в чорну діру.

Група вчених, ймовірно, уперше зафіксувала, як зірка перетворюється на чорну діру.

Результати дослідження були представлені на конференції Американського астрономічного товариства, що проходила в Сієті.

Про це інформовано на сайті NASA.

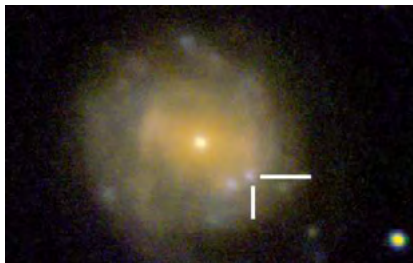
За словами учених, явище сталося ще 200 млн років тому. Проте лише зараз «світловий сигнал» досяг нашої планети. Він був помічений астрономами у червні 2018 року.

Явище схоже на вибух найновішої — коли різко зростає яскравість зірки і викидається величезний обсяг енергії.

Це явище дістало назву AT2018cow, причому останні три букви «cow» перекладаються з англійської, як «корова». В результаті у науковому співтоваристві його стали іменувати «Коровою».

Учені також відзначили, що вибух був у десятки разів яскравішим, ніж вибух «типової найновішої». При цьому викид енергії у цьому випадку був мінімальним, що теж є не типовим.

Це й послужило приводом для припущень, що астрономи стали свідками народження чорної діри.



## Внутрішня частина Землі

Зазирнули до пекла.

Вчені знайшли величезні гори та пузирі мантії у земній корі.

Всередині Землі є гори, вищі за Еверест — вчені.

Дослідники зі США та Англії проаналізували внутрішню частину Землі. Виявилося, що в земній корі існує набагато більше невідомого, ніж вважали раніше.

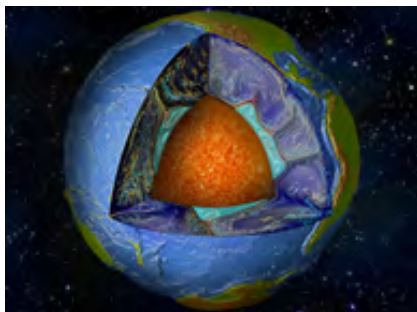


Нещодавно космічний апарат In Sight зареєстрував свій перший «марсотрус» — слабкі сейсмічні поштовхи під поверхнею Марса. Але, попри те, що вчені вже досліджують внутрішню структуру інших планет, глибоко під поверхнею Землі існує не менше невідомого і загадкового.

Дослідники з Каліфорнійського університету у Берклі використовують сейсмічні хвилі для вивчення внутрішньої структури нашої планети. Згідно з результатами їхнього нещодавнього дослідження, внутрішні шари Землі схожі на цибулину, і мають дуже різкі рельєфні переходи на глибині від 400 до 700 км під землею.

Серед іншого, вчені виявили там справжній гірський хребет, вершини якого можуть бути вищими за Еверест — найвищу гору на поверхні Землі (майже 9 км). Ці гірські хребти та зовнішні шари поверхні Землі утворюються завдяки розпеченій магмі, що піднімається з глибини планети. Найцікавіше відбувається саме там — на глибинах близько 1000 км під землею, де розташовані величезні пузирі мантії — у шарі між корою і ядром Землі.

Кілька місяців тому, завдяки сучасному 3D-моделюванню дослідники виявили два таких пузирі, розміром з Австралію, вони знаходяться глибоко під Африкою і під Тихим Океаном. Сейсмолог Марія Цехмістренко



з Оксфордського університету говорить, що ці пузирі або нашарування на ядрі Землі можуть призвести до руйнівних наслідків, таких як виверження супервулканів, коли вони пробиваються на поверхню.

Цехмістренко припускає, що саме такі утворення могли утворити півострів Індостан близько 67 млн років тому, не кажучи вже про їх вплив на клімат та існування всього живого на планеті у цей час.

Джерело: MingmingLi / ArizonaStateUniversity



Вченим поки що достеменно невідома природа цих пузирів, оскільки метод дослідження сейсмічними хвилями дозволяє лише приблизно визначити їхні розміри та розташування. Проте, сейсмологи знають, що вони можуть періодично нагріватися й охолоджуватися, змінюючи свою структуру і щільність.

Подібні пузири — ніщо, у порівнянні з ядром Землі, яке являє собою розпечену залізну кулю, діаметром у 1200 км. Ця куля є щільною і цілісною лише завдяки величезному тиску, який чинять на нього зовнішні шари з усіх боків. А сама температура земного ядра може бути вищою, ніж температура на поверхні Сонця (близько 6000 градусів Цельсія).

Зміни у внутрішній структурі Землі і вихід на поверхню величезної кількості теплової енергії з її глибини можуть пояснити не лише рух наших континентів, а й допомогти дізнатися історію планети, починаючи з періоду її зародження близько 4,5 млрд років тому.

«Сильний удар ззовні міг розтопити або активізувати внутрішню частину Землі. В результаті, відділення рідини від твердої речовини і матеріалу ядра від матеріалу мантії встановило стан планети, який розвивався до того, що ми бачимо зараз», — говорить планетолог з Каліфорнійського технологічного інституту Девід Дж. Стівенсон.

У сейсмологів попереду ще багато роботи, адже поки що людина змогла наблизитися до центру Землі всього на 0,2%.

Цим «наближенням» є експериментальна надглибока Кольська свердловина, яка розташована у Мурманській області Росії і становить понад 12 км.

Нагадаємо, однією з можливих причин руйнування всього живого на Землі є так званий супервулкан Єлоустонська кальдера.

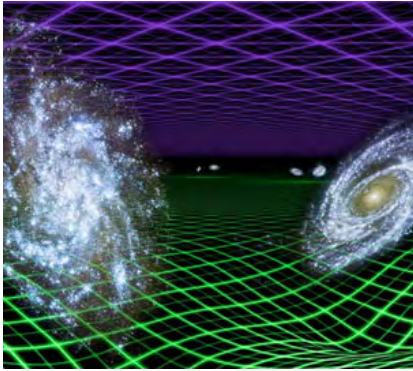
І хоч вулканологи оцінюють ймовірність його виверження у наші дні лише в 0,00014%, супервулкан «прокидався» вже тричі з періодичністю приблизно в 600 тис. років, а останнє виверження відбулося саме близько 640 тис. років тому.

Гіган розташований на Заході США, в Єлоустонському національному парку (штат Вайомінг), а його розміри складають приблизно 55 км на 72 км.

Ймовірні руйнування від землетрусів, величезна кількість магми і вулканічного попелу такої сили можуть значно зашкодити не лише Північній Америці, а й іншим континентам.

## **Систему бозонів, що зв'язують Всесвіт, уперше змоделював квантовий комп'ютер**

Квантовий комп'ютер, у травні місяці 2019 року, уперше змоделював систему бозонів, що зв'язують Всесвіт.



Група американських фізиків з Національної прискорювальної лабораторії ім. Фермі запропонувала метод застосування квантового комп'ютера для симуляції фундаментальних взаємодій в основі спостережуваного Всесвіту.

Фундаментальні частки, з яких складається наш Всесвіт, можна розділити на дві групи: ферміони і бозони. Перші формують матерію, другі забезпечують взаємодію ферміонів.

Останнім часом учені розробили квантові алгоритми для обчислення систем, що складаються з ферміонів. Але зробити те саме для бозонів виявилось набагато складніше.

Уперше вчені лабораторії Фермі знайшли спосіб змодельювати систему, що складається як із ферміонів, так і з бозонів на квантовому комп'ютері загального призначення. Це відкриває шлях до створення реалістичних симуляцій субатомного світу.

«Представлення бозонів у квантових обчисленнях ніколи не досліджувалося у науковій літературі достатньою мірою, — говорить Олександр Макридін, керівник проекту. — Наш метод працює, і краще, ніж ми чекали».

Найскладніша проблема в моделюванні бозонів пов'язана з властивостями квантових кубітів. У кубітів є два стани, нуль і одиниця, так само, як і у ферміону — зайняті і незайняті. Тому визначити число кубітів, необхідне для моделювання ферміонного процесу на квантовому комп'ютері, легко.

Бозони — інша справа. Їхні стани можуть бути зміннозайняті, і прив'язати їх до кубітів важко. Для точного представлення одного бозона потрібно значне число кубітів, за деякими підрахунками — мільйони.

Команда Макридіна вирішила переробити бозонну систему на щось інше, більше знайоме фізикам — генератор гармонік.

Вони широко представлені у природі і ретельно вивчені, що дозволяє створити їх точну модель. Учені знайшли спосіб представити генератор гармонік на квантовому комп'ютері, з'єднавши цю систему з кубітами. Такий підхід дозволив обійтися невеликою кількістю кубітів для моделювання безлічі бозонів.

За оцінками Макридіна, шести кубітів на бозонний стан достатньо, щоб приступити до вивчення цікавих фізичних проблем.

Уперше розпад часток бозона Хіггса до нижніх кварків вдалося спостерігати фізикам ЦЕРН минулого року. Вони виміряли коефіцієнт розпаду і встановили, що він задовольняє Стандартній моделі.

## Загадку кільця Сатурна розкрили учені

Рано чи пізно кільця повинні зникнути: їх пожирає атмосфера планети.

Зонд Cassini під час своєї останньої місії підказав астрономам, що кільця Сатурна — не лише один з найкрасивіших об'єктів у Всесвіті, а й один із найскладніших хімічно.

Перш ніж згоріти у верхніх шарах атмосфери Сатурна, зонд здійснив понад 20 прольотів між основною системою кільця і планетою і зібрав проби хімічного пилу.

Учені припускали, що вони майже повністю складаються з молекул води, але виявилось, що там цілий «хімічний коктейль» з води, метану, аміаку, монооксиду вуглецю, молекулярного азоту і двооксиду вуглецю, а у внутрішніх кільцях присуття навіть органіка. І усі ці речовини активно викидаються в атмосферу Сатурна: швидкість потоку складає близько 10 000 кілограмів за секунду. Це, на думку авторів, має впливати на склад вуглецю і кисню в атмосфері Сатурна.



## Штучна зірка

У Китаї створили «штучну зірку», яка у 6 разів гарячіша за Сонце.

У Китаї побудували експериментальний термоядерний реактор, температура якого здатна досягати 100 млн градусів Цельсія, що у понад 6 разів перевищує значення для ядра Сонця, яке розігрівається до 15 млн градусів Цельсія.

Реактор дістав назву EAST (Experimental Advanced Superconducting Tokamak), передає [tehnot.com](http://tehnot.com) з посиланням на [Business Insider](http://Business Insider).

У теорії він може позбавити людство необхідності використовувати вичерпані ресурси.

Установку розміщено в китайському місті Хефей, всередині здійснюється термоядерний синтез — процес створення важкого атомного ядра більше за легкого, з виділенням енергії. Проблема в тому, що частинки мають позитивний заряд і в нормальних умовах мають відштовхуватися одна від одної.

У зірках цим обмеженням нехтується за рахунок величезного тиску у середині, але на Землі немає можливості відтворити подібні значення тиску.

## Обертання Землі не є ідеально рівним



Учені про нову загрозу: вісь обертання Землі швидко зміщується.

За останні 119 років вісь обертання Землі зрушилася на понад десять метрів.

Дослідники розповіли, що існують три причини, через які відбувається цей процес.

Насамперед, слід згадати антропогенний чинник, а точніше —

танення льодовиків і підвищення рівня моря через потепління, викликане діяльністю людини. Крім того, вчені підкреслили, що чималу роль у процесі відіграє збільшення площі суходолу. Також, серед чинників, фахівці називають повільний відтік в'язкого шару мантії всередині Землі.

Вчені давно з'ясували, що обертання Землі не є ідеально рівним. Невеликі коливання в русі зірок відзначали ще автори древніх манускриптів.

З часом люди здогадалися, що коливаються не небесні світила, а сама Земля.

Як з'ясувалося, збільшення швидкості зміщення осі безпосередньо залежить від швидкого танення льодовиків Гренландії.

Величезні обсяги води потрапляють в океан.

## Велетенська астрономічна інженерна споруда

Знайдено нову зірку з «інопланетними мегаструктурами».



Міжнародна група вчених виявила зірку VVV-WIT-07, чия світність змінюється нерегулярно, подібно до зірки Таббі (KIC 8462852), навколо якої дехто з фахівців підозрював наявність інопланетних мегаструктур, передає Стрічка.Ру з посиланням на результати дослідження, опубліковані у репозиторії arXiv.

Проте більшість учених пояснюють аномальну поведінку обох зірок хмарою пилу або іншими небесними тілами. Астрономи помітили VVV-WIT-07 в ході програми VISTA Variables in the Via Lactea (VVV), призначеної для картографування внутрішньої частини Чумацького Шляху, а також пошуку таких об'єктів, як затемнено-подвійні зірки, змінні зірки типу Т-Тельця і гравітаційні лінзи. Деякі зі знайдених об'єктів важко віднести до вже відомих класів і позначаються вони, як WIT (What Is This). На думку вчених, вони можуть бути зірками, готовими перетворитися на найновіші, рідкісними новими зірками або зірками, що стикаються.

Результати спостереження за VVV-WIT-07, відстань до якої точно не відома, показали, що в липні 2012 року сталося різке падіння яскравості зірки. Крім того, за весь період спостереження зірка безліч разів змінювала свою світимість. Алгоритм виявив, що деякі зі змін блиску відбувалися кожні 322 дні і кожні 170 днів, проте для липневого затьмарення періодичність встановлено не було.

Згідно з передбаченнями, VVV-WIT-07 пониження яскравості має відбутися у січні, липні, серпні і вересні 2019 року. Проте вірогідність цього не надто висока.

Своєрідна особливість світлової кривої VVV-WIT-07 робить її схожою не лише на KIC 8462852, а й на J1407 — об'єкт Мамаджека (Mamajek's object). Останній, ймовірно, є червоним карликом, що оточений системою кілець. Мінімальна періодичність падінь яскравості у J1407 складає 850 днів. Це пояснює, чому для VVV-WIT-07 не було встановлено періодичності затьмарень з високою достовірністю, оскільки спостереження за зіркою велися з перервами і недостатньо тривалий час. Гіпотетична періодичність для зірки Таббі, оточеної кометними тілами або хмарами пилу, складає від 1600 днів до 12 років. Ще одне можливе пояснення полягає в тому, що VVV-WIT-07 схожа на Т-Тельця або R-Північної Корони.

Зірка Таббі відома змінами світимості у 2015 році. Яскравість зірки падала на 22 відсотки через різні проміжки часу.

Дехто з учених припустив, що причиною цього може бути велетенська астрономічна інженерна споруда, побудована позаземною цивілізацією, наприклад сфера Дайсона.

## **Астрономи вирахували масу Чумацького Шляху**

Астрономи вирахували зразкову масу Чумацького Шляху — нашої Галактики, у якій знаходиться Сонячна система і Земля.

Таке завдання вирішили дослідники Європейського космічного агентства (ESA) за допомогою космічних телескопів Hubble і Gaia, пише «Навколо світу».

Учені з'ясували, що маса галактики в 1,5 трлн разів перевищує масу Сонця (а наша зірка важить  $1990 \cdot 1030$  кг — у 332 958 разів більше Землі).



тальні телескопи за кілька останніх років відкрили понад 4000 екзопланет і стільки ж можливих кандидатів на цю роль. Більшість із них належить до «гарячих» юпітерів, проте нові методи дозволяють знаходити дедалі більше малих планет.

На поверхні багатьох потенційних двійників Землі може існувати вода. І цей факт спонукає учених дедалі частіше замислюватися над тим, які з нововідкритих планет у змозі підтримувати життя.

Нагадаємо, нещодавно астрономи підтвердили існування нової планети, яка утричі більша за Сонце.

Як повідомляв *Nyser*, відкрито кілька сотень тисяч (!) галактик.

## **Життя може поширюватися міжпланетним способом**

Учені заявили про міжпланетне поширення життя.

Фахівці з Японії стверджують, що життя може поширюватися міжпланетним способом.

Як передає *Replyua.net* з посиланням на *Astrobiology*, японські дослідники цілий рік тримали кілька зразків в умовах космічного середовища і встановили, що життя може поширюватися з однієї планети на іншу.



У рамках космічної місії спеціально для японського модуля

на Міжнародній космічній станції розробили спеціальну камеру з імітацією умов космічного середовища. Японці на кілька місяців помістили в камеру мікроорганізми *Deinococcus aetherius*, здатні виживати у космічних умовах.

Після експерименту вчені дослідили чинники, від яких залежить виживаність мікроорганізмів. Установлено, що клітини, загиблі від дії негативного середовища, встигли створити щит, який захистив уже інші організми. Під таким захисним шаром мікроби можуть існувати тривалий час. Учені відзначили, що мікроорганізми можуть знаходитися на астероїдах і в такий спосіб переноситися на будь-яку планету.

Мікроорганізми, що вижили, можуть пристосуватися практично до будь-яких умов, після чого може бути запущений механізм еволюції.

Японці додали, що раніше озвучені теорії про виживання мікроорганізмів у космосі, повністю підтверджені в результаті складного експерименту.

## Сліди позаземного життя на Землі



Походження життя на Землі є однією з головних загадок науки. Однією з гіпотез є та, що воно потрапило на нашу планету з космосу.

Недавня знахідка в Африці цілком може підтвердити цю гіпотезу, повідомляє ресурс Newscientist.

Під час вивчення вулканічних прошарків на гірському масиві Махонджва, дослідники виявили 2-міліметровий шар породи, що подавав «аномальні сигнали».

За допомогою детального вивчення спектроскопічним методом, геологи були вельми здивовані — знахідкою виявилися нерозчинні органічні сполуки неземного походження.

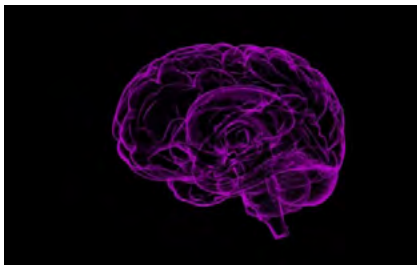
Сигнатура однієї з речовин нагадує структуру органічних з'єднань у вуглецевих хондритах. Це метеорити, які часто містять сліди органіки. Друга речовина — комплексне з'єднання, що включає, крім органічної частини, і металеві п-структури.

Знайдені зразки — найстаріші органічні сполуки з усіх, будь-коли знайдених на Землі. Їхній вік близько 3,3 млрд років.

Зараз учені сушать голову над тим, як же при падінні метеорита на Землю могли зберегтися нестійкі органічні молекули. Можливо, залишки мікрометеоритів змішалися в атмосфері з вулканічним попелом і потім повільно «дрейфували» вниз.

Нагадаємо, знайдений гриб, який може бути прародителем людини на Землі.

## Рух нейронів у головному мозку



Результатом 10-річних досліджень учених з Гарвардського університету стала відеофіксація руху нейронів головного мозку.

Експертам вдалося перетворити сигнали нейромережі в іскри, які можна побачити через мікроскоп.

До недавнього часу те, що відбувається в головному мозку, неможливо було візуалізувати. Вчені могли лише здогадуватися, як від-



бувається процес передачі інформації у такому найважливішому органі тіла людини. Вони порівняли рух нейронів з переміщенням сигналу всередині телефонних проводів.

Дослідникам вдалося заміряти швидкість передачі сигналу від клітини до клітини. Вона склала 270 миль за годину. При такій швидкості людина не може побачити цей процес неозброєним оком. Для наочності вчені генетично вживили у мозок піддослідної миші білок Archaelhodopsin 3, а після їм вдалося провести хімічну реакцію, при якій білок набував синього і червоного відтінку, залежно від ступеня взаємодії з нервовими клітинами.

За допомогою цього вдалося досягти візуалізації процесу, що дозволить детально вивчити доставляння інформації у різні частини мозку. Це допоможе при розробці ліків проти таких захворювань, як хвороба Альцгеймера.

### **Три способи досягнення швидкості світла**

У NASA знають три способи, якими можна досягти швидкості світла

Спеціальна теорія відносності Альберта Ейнштейна стверджує, що фотони, тобто часточки світла, рухаються з постійною швидкістю 299792458 метрів за секунду. І, наскільки відомо людству, ніщо не рухається швидше. Однак, у Всесвіті часточки нерідко розганяються до швидкості, що дорівнює 99,9% швидкості світла.

Як пояснили вчені NASA, існує кілька способів досягти такого рівня, — пише УНІАН з посиланням на Newsweek.

Один з найпоширеніших — розігнати часточку за допомогою електромагнітних полів. Як свідчить назва методу, йдеться про електричне і магнітне поля. Вони прискорюють рух заряджених часток, штовхаючи їх подібним чином, як гравітація впливає на об'єкти з масою. За правильних умов, електромагнітні поля можуть розігнати часточки до швидкості, близької до швидкості світла.

Вчені на Землі використовують цей метод у спеціальних наукових системах, зокрема у Великому Адронному колайдері у Швейцарії й у Fermilab у Чикаго. Ці прискорювачі розбивають часточки одна об одну, створюючи зіткнення, яке супроводжується виділенням значної кількості енергії. Це дає науковцям можливість вивчити деякі надзвичайні фізичні процеси.

Другий спосіб — це магнітний вибух. У космосі багато магнітних полів, які інколи заплутуються між собою. Коли це стається, виникає напруга на ліній контакту, що може спричинити вибух у процесі, який називають магнетичним повторним з'єднанням. Це призводить до швидких змін у магнітному полі, яке у свою чергу створює електричне поле, що пришвидшує рух часточок до неймовірних швидкостей. Вважається, що цей процес стоїть за феноменами, такими як сонячні вітри. Останнє — це потік заря-

джених частинок, які відірвалися від Сонця. Магнітне повторне з'єднання спричиняє також полярне сяйво, коли сонячне магнітне поле торкається магнітосфери Землі.

Третій спосіб передбачає, що часточки можуть досягати швидкості, близької до тієї, з якою рухається світло, за умови контакту з електромагнітними хвилями. Коли електромагнітні хвилі зіштовхуються, їхні поля можуть стискатися. Коли це стається, будь-які заряджені часточки, що опинилися між хвилями, можуть почати прискорюватися за рахунок руху назад і вперед між ними. Такий тип взаємодії між хвилями й часточками вважається відповідальним за прискорення певного космічного випромінювання — радіації, яка походить з-поза меж нашої Сонячної системи.

## Передбачення Стівена Хокінга

Фізики знайшли нові наукові підтвердження одного з головних передбачень Стівена Хокінга.

Чорні діри є одними з найзагадковіших об'єктів у Всесвіті. Лише унікальний геній Стівена Хокінга допоміг дещо розкрити їх таємницю.

У 1970-і роки видатний фізик-теоретик передбачив, що, відповідно до принципів квантової фізики, чорна діра може випромінювати певні типи часток, що вважалося неможливим через неймовірну силу гравітації цих об'єктів.

Теорію про випромінювання чорних дір, що отримала назву, «Випромінювання Хокінга», тривалий час не могли виявити, оскільки воно неймовірно слабке, і теорія була поставлена під сумнів.

Підтвердженням існування такого випромінювання міг би стати вимір температури чорної діри — проте температура чорної діри з масою, приблизно рівною сонячній, становить всього 60 п-кельвінів.

І чим діра більша, тим менше її температура.



В результаті учені вирішили використати сучасні доступні технології, аби створити її аналог на Землі і провести вимірювання. Для цього було взято кластер атомів рубідію, охолоджених до мільярдних доль кельвіна. За таких умов рубідій переходить в агрегатний стан конденсату Бозе-Ейнштейна.

Більше того, він перетворюється на деякий аналог «звукової чорної діри», починаючи уловлювати не фотони, а фонони, коливальні квазі-частинки.

В результаті експерименту, проведеного командою вчених з Ізраїльського інституту технологій, було доведено — коли на горизонті подій такої звукової чорної діри з'являється пара квантово сплутаних фононів, один з них відбивається у гіпотетичний простір, а другий поглинається гіпотетичною дірою.

Більше того, використовуючи фонони, що випромінюють, дослідники змогли визначити температуру об'єкта.

Цей експеримент підтверджує правдивість гіпотези Хокінга і дає надію, що одного разу учені зможуть виміряти температуру справжньої чорної діри.

Створений в лабораторії аналог чорної діри надав новий непрямий доказ того, що ці таємничі космічні об'єкти дійсно випромінюють газові потоки заряджених часток. Про це повідомляє портал Science Alert, що посилається на нове наукове дослідження, опубліковане в журналі Nature.

Фізики стверджують, що створений ними аналог чорної діри має температуру, яка є необхідною передумовою для однойменного випромінювання, передбаченого Стівеном Хокінгом.

## **Чорні діри нічого не випромінюють. Чи все-таки випромінюють?**

Згідно із загальною теорією відносності (ЗТВ), ніщо не здатне уникнути чорної діри. Їхня гравітаційна сила настільки велика, що навіть світло, найшвидша річ у Всесвіті, не здатне розвинути достатньої швидкості для того, щоб вирватися за межі її впливу.

Отже, згідно із ЗТВ, чорні діри не можуть випромінювати ніякого електромагнітного випромінювання.

Проте, запропонована у 1974 році Хокінгом теорія свідчила про те, що якщо до питання додати правила квантової механіки, то чорні діри дійсно можуть щось випромінювати. Це теоретичний тип електромагнітного випромінювання, названого на честь самого Хокінга.

Таке гіпотетичне випромінювання нагадує випромінювання чорного тіла, що створюється температурою чорної діри, обернено пропорційною до її маси. Виявити його безпосередньо вченим поки не вдалося. Нещодавно було отримано перші справжні знімки чорної діри, тож іще все попереду.

Проте, фізики вважають, що це випромінювання, якщо й існує, то було б занадто слабким, аби його можна було б знайти за допомогою наших сучасних наукових приладів.

Вимірювати температуру чорної діри — теж непросте завдання. Чорна діра з масою Сонця матиме температуру всього 60 п-кельвінів. Космічне мікрохвильове фонове випромінювання, яке вона поглинатиме, буде набагато вище, ніж випромінювання Хокінга, яке вона б випромінювала. При

цьому, чим більшим буде розмір чорної діри, тим меншою буде її температура.

Щоб перевірити припущення Хокінга, фізики з Ізраїльського технічного університету провели експеримент з найближчим «аналогом» чорної діри, який на сьогодні вдалося створити у лабораторних умовах.

## **Чи реальне випромінювання Хокінга?**

Він був винайдений ізраїльським фізиком Джефом Штейнхауером у 2016 році і є бозе-конденсатом холодних атомів рубідію (охолоджених майже до температури абсолютного нуля), в одній з областей якого атоми рухаються з надзвуковою швидкістю, а в іншій рухаються дуже повільно. При русі конденсат створює так звану акустичну чорну діру, яка вловлює звук (фонони) замість світла (фотонів). Кванти звуку, що потрапляють у цю область, перетинають свого роду «акустичний горизонт подій», оскільки вже не можуть її покинути.

Вивчаючи характеристики акустичного аналога чорної діри, фахівці дійшли висновку, що були близькі до теоретичних моделей, які мають на увазі наявність випромінювання Хокінга.

Ще в ході експерименту 2016 року Штейнхауер зі своїми колегами змогли продемонструвати, що в області акустичного горизонту подій аналога чорної діри можуть виникати пари заплутаних фононів, один з яких відштовхується від нього атомами повільно поточного бозе-конденсату у простір, створюючи фактично ефект випромінювання Хокінга. Водночас інший фонон пари може поглинатися аналогом чорної діри за рахунок високошвидкісного конденсату.

Слід зазначити, що на початку цього року інша група ізраїльських фізиків з Інституту Вейцмана під керівництвом Ульфа Леонхардта створила свій аналог чорної діри, де у якості бази для горизонту подій використовувалися технології оптоволокна.

Тоді вчені визнали аналогічний спостережуваний результат статистичною аномалією. Проте новий експеримент групи Штейнхауера довів, що це не так. Результат нового експерименту ще раз показав, що один фотон може викидатися у гіпотетичний простір, а інший поглинатися гіпотетичною чорною дірою.

Леонхардт вже встиг прокоментувати успіх гурту Штейнхауера: «Я вітаю Джефа з таким результатом. Це дуже важливий крок для усього нашого наукового співтовариства. Це те, чим дійсно слід пишатися», — зазначив учений у статті, опублікованій у журналі *PhysicsWorld*.

«Головним нововведенням роботи вчених є продумана схема виявлення, яку вони використовують для витягання температури випромінювання, що випромінюється.

Отриманий ними результат з використанням квантового симулятора надає перший доказ існування випромінювання Хокінга», — прокоментував результат роботи ізраїльських учених математик університету Ноттінгема Сильке Вайнфуртнер.

Кількість доказів правоти Хокінга зростають, але цей новий метод визначення температури аналогової чорної діри може допомогти отримати глибше розуміння термодинаміки чорної діри.

## **Рентгенівське випромінювання, що випускається об'єктами у космосі**

На карті позначено пульсари та інші джерела рентгенівського випромінювання.

На борту Міжнародної космічної станції (МКС) зараз проходить цікавий експеримент, спрямований на вивчення того, що відбувається у середині нейтронних зірок.

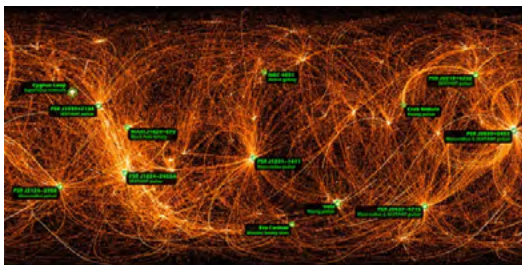
Детектор космічних джерел випромінювання NICER відстежує рентгенівське випромінювання, що випромінюється цими і багатьма іншими об'єктами у космосі.

За результатом перших 22 місяців його роботи NASA склало дивовижну рентген-карту зоряного неба. МКС облітає навколо Землі приблизно за 93 хвилини. NICER працює лише в «нічний час», коли орбітальна станція затулена від Сонця Землею. Це відбувається близько восьми раз на добу. В результаті цього руху карта випромінювання виглядає як скупчення різноманітних дуг і спіралей, які сходяться на яскравих плямах — найважливіших джерелах, за якими регулярно стежить місія.



«Ми поступово створюємо рентгенівське зображення усього неба, і, можливо, нічні дослідження NICER відкриють раніше невідомі джерела випромінювання», — говорить Кіт Джендро, головний дослідник місії у Центрі космічних польотів імені Годдарда NASA. За його словами, на зображенні можна побачити Петлю Лебедя — залишок найновішої віком 5–8 тис. років і діаметром близько 90 світлових років.

Нейтронні зорі — це надзвичайно щільні залишки найновіших. При діаметрі близько 10–20 кілометрів вони важать більше, ніж Сонце. Можна сказати, що щіпка матеріалу нейтронної зірки важить сотні мільйонів тонн.



Дані, зібрані NICER, будуть використані для визначення істинного розміру цих нейтронних зірок із погрішністю не більше 5%. Це допоможе ученим зрозуміти, якої форми матерія може набувати у середині них.

Крім того, пульсари (нейтронні зорі, що швидко обертаються) цікаві з точки зору перспективної технології навігації, що відстежує положення і швидкість космічного апарату щодо випромінювання пульсара. Потенційно така «галактична система GPS» має дозволити кораблям швидко переміщатися по усій Сонячній системі і за її межами.

Ученим із США і Німеччини вдалося виявити у космосі гідрид гелію — першу стійку хімічну сполуку, що виникла приблизно через 380 тис. років після Великого вибуху. Раніше його отримували у лабораторіях, але знайти його в космосі не вдалося.

Вивчивши дані, отримані за допомогою телескопа Hubble, астрономи з'ясували, що Всесвіт розширюється на 9% швидше, ніж припускає сучасна космологічна модель.

Подібні розбіжності траплялися й раніше, але учені списували їх на погрішності в розрахунках. Тепер свідчень існування невідповідності стало занадто багато.

## Чорні діри здатні повністю випаровуватися

У 1974 році Стівен Хокінг зробив одне з найважливіших своїх передбачень: що чорні діри здатні повністю випаровуватися.

Відповідно до гіпотези Хокінга, чорні діри не є ідеально «чорними», а здатні випромінювати частинки. Це випромінювання, вважав британський фізик, забирає з собою енергію і масу чорної діри, тому через певний час чорна діра зникає повністю.



Ця гіпотеза отримала широке визнання, проте її досі нікому не вдалося довести.

Вважається, що вакуум космічного простору наповнений постійно віртуальними парами «частинка-античастинка». Однак поряд з чорною дірою надзвичайно потужна гравітація розриває між собою ці

дві частинки, і одна з них, що має негативну енергію, поглинається чорною дірою, знижуючи її енергію і масу, а друга частка — викидається геть у космічний простір. Ці частки, які викидаються в космос, і являють собою хокінгівське випромінювання.

У новому дослідженні фізики у лабораторії вперше показали наявність випромінювання, аналогічного хокінгівському випромінюванню. Хоча саме хокінгівське випромінювання є занадто слабким, аби його можна було виявити у космосі, автори роботи спостерігали це випромінювання на моделі чорної діри, створеної з використанням звукових хвиль, а також найхолоднішої і незвичайної матерії на Землі.

У цій роботі група дослідників на чолі з Джеффом Штейнхауером (Jeff Steinhauer) з Ізраїльського технологічного інституту Техніон використовувала надзвичайно холодний газ, званий конденсатом Бозе-Ейнштейна, для моделювання горизонту подій чорної діри, невидимої межі, через яку не може повернутися назад ніщо, навіть світло.

На шляху потоку цього газу вони помістили «обрив», в результаті чого сформували газовий «водоспад»; коли газ захоплювався у «водоспаді», його потенційна енергія переходила в кінетичну, і швидкість потоку перевищувала швидкість звуку.

Замість частки і античастки дослідники використовували пару фонових, квантових звукових хвиль, у газовому потоці.

Фонон на повільній стороні може рухатися проти газового потоку, далеко від «водоспаду», тоді як фонон на швидкій стороні рухатися не може, захоплений «чорною дірою» надзвукового газового потоку.

Хокінг передбачив, що потік частинок, випромінюваний чорною дірою, характеризуватиметься суцільним спектром довжин хвиль і енергій.

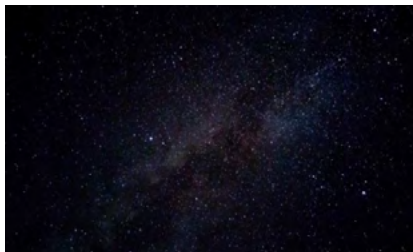
Крім того, фізик вважав, що цей потік може бути описаний з використанням тільки одного значення температури, що залежить лише від маси чорної діри.

Як пояснили автори, цей новий експеримент дозволив підтвердити обидва ці прогнози на моделі звукової чорної діри.

## Матерія у ранньому Всесвіті

Прийнято вважати, що в перші моменти, після Великого вибуху, Всесвіт складався з надгарячого кварк-глюонного бульйону, в процесі охолодження якого почали утворюватися інші частки.

Новий експеримент надав дані про цю речовину.



Дослідження опубліковане в журналі *Physical Review C*, передає *Naked Science*.

Учені виявили, що часткам властива поведінка, пов'язана з утворенням кварк-глюонного супу, — цегли практично усієї видимої матерії.

Згідно з результатами експерименту RHENIX, проведеного на RHIC, ці маломасштабні зіткнення можуть утворювати малі недовговічні частки матерії, що імітують ранній Всесвіт.

Частинки допомагають зрозуміти властивості матерії, що утворилася майже 14 мілрд років тому, буквально відразу після Великого вибуху. Фізики побудували RHIC для створення і вивчення кварк-глюонної плазми.

Проте спочатку вони очікували побачити її ознаки лише у високоенергетичних зіткненнях двох важких іонів — наприклад, золота. Нове відкриття показує, що кварк-глюонна плазма також може бути створена при зіткненні важкого іона з меншим іоном.

Експерименти допоможуть ученим зрозуміти, які умови потрібні для створення цієї дивовижної форми матерії.

У вищезгаданих зіткненнях на RHIC більшість часток виникають поблизу їхнього «екватора», а не перпендикулярно їхньому напрямку. Учені вважають, що еліптична форма потоку пов'язана зі взаємодією часток з практично «ідеальною» — вільно поточною — рідиною — подібною до кварк-глюонної плазми, що з'являється під час зіткнень.

У нових експериментах використовуються нижчі енергії і зіткнення набагато менших дейтронів (що складаються з одного протона і одного нейтрона) із ядрами золота: тим самим можна зрозуміти, як ця ідеальна рідкісна поведінка проявляється за інших умов, а саме — на чотирьох різних енергетичних рівнях зіткнень.

Співвідношення утворення часток в результаті цих дейтрон-золотих зіткнень, навіть на найнижчих енергіях, співпали з тим, що вчені спостерігали при зіткненні великих іонів на більш високих енергіях.

Ці результати підтримують ідею про те, що кварк-глюонна плазма існує у цих малих системах, але існують і інші можливі пояснення.

Одне з них — присутність іншої форми матерії, відомої як конденсат колірної скла, в якому, як вважається, переважають глюони.

Щоб розібратися у цьому, вчені з RHIC проведуть додаткові аналізи і порівняють результати своїх експериментів з детальнішими описами як кварк-глюонної плазми, так і конденсату колірної скла.

## Про полюси Сонця

Вченим поки що не під силу добре вивчити Сонце, через надмірно високі температури космічні апарати ведуть роботу лише в екваторіальних районах.



З посиланням на Європейське космічне агентство, особливо маловивченими залишаються полюси зірки.

У 2018 році фахівці опублікували унікальний знімок — комп'ютерну модель північного полюса Сонця.

Фотографія — це не плід роботи космічного апарату — це всього лише монтаж, однак він максимально наближений до реальності.

Європейське космічне агентство нагадує, що в 2009 році на сонячно-синхронну орбіту було запущено супутник — апарат Proba-2.

На знімку зображені низькоширотні «спостереження» Proba-2 за Сонцем.

«Щоб отримати відомості про сонячну атмосферу в районі полюсів, фахівці упродовж тривалого часу спостерігають за сонячним диском і намагаються отримати хоча б трохи інформації про верхні і нижні регіони зірки при її обертанні. Потім отримана інформація може бути скомбінована у зображення, яке демонструє зовнішній вигляд сонячного полюса», — пояснюють фахівці.

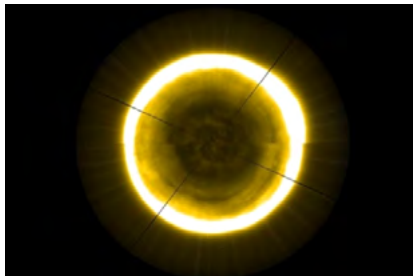
Як повідомлялося раніше, місія аерокосмічного агентства NASA під назвою OSIRIS-REx через два роки після запуску досягла орбіти астероїда Бенну, автоматичний космічний апарат вийшов на його орбіту.

Зонд відправить на Землю пробу ґрунту з астероїда.

Вважається, що астероїд Бенну складається з речовини туманності, колапс якої породив Сонце і більшу частину об'єктів Сонячної системи.

Отже, місія може пролити світло на загадку походження Сонячної системи.

Учені б'ють на сполох, через кліматичні метаморфози Земля може повторити сумну долю Венери.

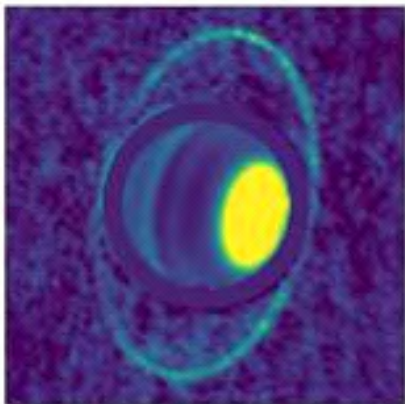


## Знімки кільця Урану

Не лише Сатурн може похвалитися наявністю кільця.

Сатурн славиться своїми кільцями, але це не єдина планета Сонячної системи, у якої вони є.

Похвалитися ними може й Уран, але у нього вони надто тьмяні, щоб побачити їх можна було без потужного телескопа.



У астрономів з Каліфорнійського університету у Берклі відповідний інструмент був. За допомогою телескопів ALMA і VLT вони зробили теплові зображення планети і поділилися ними з громадськістю.

На знімках кільця Урану видні цілком виразно.

Дивлячись на них, може здатися, що вони мають бути досить гарячими, але насправді це не так. Дослідники запевняють, що температура кільця становить порядку 195 °С.

Крім того, астрономам вдалося підтвердити дані про епсилон — найяскравіше і найщільніше кільце Урану.

Так, якщо у сусіднього Сатурна кільця можуть складатися з об'єктів різної величини (від часток пилу, до булижників розміром з будинок), то Уран оточений лише великими об'єктами. Крім того, кільця значно

вузчі. «Найширше кільце епсилон налічує 20–100 км завширшки, тоді як у Сатурна вони тягнуться на сотні або десятки тисяч кілометрів», — говорить Едвард Молтер, що аналізував нові знімки.

Про те, що Сатурн — окільцьована планета вчені дізналися досить давно. Ще в 1610 році. А ось про наявність кільця Урану, стало відомо порівняно недавно — тільки в 1977-му.

Через 9 років астрономам вдалося поглянути на них ближче, завдяки дослідницькому апарату Voyager 2.

## Головний секрет народження Землі та інших планет

Астрономи розкрили головний секрет народження Землі та інших планет.

Спостереження за околицями Сонячної системи допомогли астрономам зрозуміти, як дрібна космічна «галька» об'єднується і перетворюється на відносно великі зародки планет. Це відкриття допоможе розкрити історію формування Землі і знайти її «сестер» серед інших зірок, пишуть вчені в журналі Nature Astronomy.

«У Сонячній системі збереглася величезна кількість артефактів, здатних розкрити таємниці народження планет. Їх дуже важко розшифрувати, проте спільна робота теоретиків і спостерігачів дозволила нам зрозуміти, як починається і закінчується процес формування їхніх зародків», — зазначив Девід Несворні (David Nesvorný) з Південно-Західного дослідницького інституту в Боулдері (США).



Сьогодні у вчених майже немає сумнівів у тому, що планети народжуються всередині плаского газопилового диска, заповненого дрібними частинками пилу і щільними клубами газу, а їх формування закінчується в ході серій зіткнень планетезималей — «зародків» планет розміром з Весту або Цереру, а також великих комет і астероїдів.

«Посередині» між ними знаходиться теоретична порожнеча — поки планетологи не дійшли єдиної думки щодо того, що ж відбувається після об'єднання одиничних зерен пилу у відносно невеликі грудки розміром із сантиметр. Існує кілька різних теорій, перевірка яких була неможливою до останнього часу.

Відповідь на цю загадку планетологи намагаються знайти двома шляхами — спостерігаючи за новонародженими планетними системами за допомогою мікрохвильових телескопів і вивчаючи зерна пилу, що збереглися у надрах комет від часів народження Землі. Перші дослідження такого роду були проведені у 2014 і 2015 роках зондом «Розетта» і модулем «Філа», скинутим на поверхню комети Чурюмова-Герасименко у листопаді 2014 року.

Несворні та його колеги з'ясували, що відповідь на це питання можна знайти ще в одному місці — на околицях Сонячної системи, де мешкає безліч карликових планет. Деякі з них обертаються у протилежному напрямку по відношенню до Землі та інших планет, або ж їхні орбіти нахилені під великим кутом до «млинця» нашої планетної сім'ї.

До того ж, багато з них виявилися не поодинокими, а подвійними малими небесними тілами, чії «половинки» або обертаються навколо одна одної на дуже невеликій відстані, або ж стикаються. Саме так влаштована карликова планета Ультіма Тулі, «плоский світ», який недавно вивчив зонд New Horizons.

Подібні властивості абсолютно не характерні для «великих» світів нашої планетної сім'ї і вони, як показали розрахунки американських планетологов, можуть відображати в собі те, як формувалися перші планетезимали.

Наприклад, багато вчених припускають, що «зародки» планет зародилися завдяки тому, що протопланетний диск був неоднорідним за своєю

структурою. Усередині нього містилися як розріджені, так і щільні ділянки, де пилу, газу і космічної «гальки» було більше.

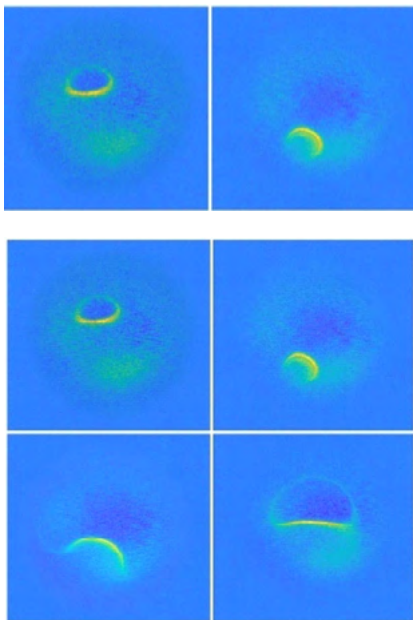
Ці неоднорідності і породжувані ними аеродинамічні сили змушуватимуть інші частинки матерії збиватися до купи в подібних точках, що швидко призводить до формування досить великих планетезималей. Майже всі вони, як показали розрахунки Несворни та його колеги, будуть об'єднані в пари, причому вони обертатимуться навколо одна одної у тому ж напрямку, як і навколо Сонця.

Керуючись цією ідеєю, автори статті простежили за рухом кількох десятків подвійних карликових планет, використовуючи орбітальну обсерваторію «Хаббл» і наземний телескоп Кека на Гавайських островах. Виявилось, що більше 80% об'єктів було влаштовано так, як передбачала ця теорія, що свідчить на користь її справедливості.

Як сподіваються вчені, нові порції даних, які New Horizons передасть на Землю у найближчі місяці і роки, допоможуть їм уточнити ці викладки і розкрити нові таємниці народження зародків планет.

## Поле окремих атомів

Учені побачили поле окремих атомів з допомогою МРТ.



1 Липня 2019 учені з Центру квантової нанотехнології в Сеулі виконали магнітно-резонансну томографію і отримали зображення магнітного поля окремих атомів. МРТ зазвичай проводиться в лікарнях як частина діагностики різних недуг, так виявляється щільність ядра водню в досліджуваному об'єкті. Традиційно для отримання якісної картинки на МРТ потрібно мільярди атомів.

Нова робота, опублікована в журналі Nature Physics, показує, що цей процес тепер можливий і для окремого атома. Для цього учені використали сканер-тунельний мікроскоп, що складається з голки, кінець якої має товщину в один атом.

Цей прилад дозволяє отримувати зображення і досліджувати окремі атоми, переміщаючи на-

конечник уздовж усїєї поверхні. Два елементи, які були досліджені в роботі, — залізо і титан — є магнітними. Завдяки точній підготовці зразка атоми були легко видні у мікроскоп. Потім дослідники використали мікроскоп разом з приладом МРТ, аби відобразити тривимірне магнітне поле, створене атомами з високим розділенням.

Для цього вони прикріпили ще кілька атомів до гострого металевого наконечника мікроскопа. Подібно до звичайних магнітів, магнітні атоми на наконечнику і досліджуваній поверхні відштовхували або притягували один одного.

Вимірюючи силу цього тяжіння або відштовхування, учені змогли отримати детальне зображення магнітного поля атомів.

Нова «розумна» пігулка зможе виділяти медикаменти за розкладом.

У майбутньому дослідники планують використати свій метод МРТ для відображення спінового розподілу в складніших структурах, таких, як молекули і магнітні матеріали.

## Загадковий радіосигнал з космосу

Радари в Австралії вловили потужний і швидкий радіосигнал з великої галактики, розташованої далеко від Землі.

Космічний телескоп зробив дивовижне фото далекої галактики. за допомогою телескопа Hubble знімок галактики Messier 98 в сузір'ї Волосся Вероніки, яка знаходиться у 45 млн світлових років від Землі.



Знімок було опубліковано на офіційному сайті обсерваторії телескопа Hubble. Згідно з інформацією під знімком, галактику Messier 98 було відкрито ще в 1781 році. Автором відкриття став П'єр Мешен.

За наявною у вчених інформацією, галактика складається з трильйонів зірок, а також, в основному, з космічного пилу і водню. Вчені припускають, що з її складу можна зробити висновок, що вона з величезною для космосу швидкістю виробляє нові зірки.

До речі «Хаббл» було виведено на орбіту у квітні 1990 року екіпажем корабля «Діскавері» і за чверть століття він провів 1,2 млн спостережень за 38 тис. космічних об'єктів, на підставі яких було підготовлено близько 13 тис. наукових робіт.

Раніше було опубліковано кращі космічні фотознімки, які заслужили місце у боротьбі за премію Insight Investment Astronomy Photographer of the Year: джерело сигналу поки невідоме.

Як зазначається, галактика під назвою DES J214425.25–405400.81 знаходиться в 4 млрд світлових років від нашої планети (у мільярд разів далі, ніж від Сонця до найближчої зірки).

Світловий рік — це відстань, яку промінь світла може подолати за рік. Тобто, світло або радіосигнал з цієї галактики дійшов до нас за 4 млрд років.

З цієї галактики прийшов сигнал — «швидкий радіо-сплеск», як їх називають у науковому світі. Вони настільки потужні, що з одним швидким радіо-сплеском у космос викидається енергія, яку наше Сонце може викинути за 10 000 років.

Швидкий радіо-сплеск входить у число явищ, які наука поки що не може пояснити.

Отримавши сигнал, астрономи почали шукати, звідки він прийшов. Їм вдалося не лише виявити галактику, яка стала джерелом сигналу, а й звузити коло пошуку до конкретного місця у самій галактиці — в 13 000 світлових років від центру галактики.

За словами вчених, цілком можливо, що це «повідання» породило одне з потужних космічних явищ: руйнування зірки або чорна діра, яка засмоктала зірку і розірвала її на частини.

Повідомляється, що це можуть бути і повідомлення інопланетян, але на поточний момент вчені відмовляються у це вірити. Вони вважають, що у Всесвіті достатньо потужних і незвичайних подій, здатних відправити нам подібне повідомлення.

Швидкі радіосигнали реєструють дедалі частіше: у минулому році їх було вже понад двадцять. Їхня головна особливість у тому, що вони, як правило, не повторюються.

«Але якщо хоч якийсь сигнал повториться — будьте впевнені, телескопи усього світу будуть направлені в одну точку неба. Тому що відправити повторюваний сигнал може і щось розумне», — йдеться в матеріалі.

## Дивні астрономічні явища — радіо-сплески

Учені спантеличені загадовими космічними радіо-сплесками.



Швидкий радіо-сплеск FRB 190523 теоретично здатний дещо відкрити завісу таємниці одного з найдивніших астрономічних явищ, але поки що його виявлення породило лише нові питання.

Швидкі радіо-сплески, або FastRadioBursts (FRB), — одиничні

радіоімпульси тривалістю декілька м-секунд, які реєструють радіотелескопи.

Звичайна енергія радіоімпульсів, за оцінками дослідників, еквівалентна викиду в космічний простір енергії, що випускається Сонцем упродовж кількох десятків тисяч років.

При цьому природа FRB досі залишається невідомою.

Одна з теорій свідчить, що Fast Radio Bursts — не що інше, як наслідок існування нейтронних зорь з винятково потужними магнітними полями — магнетарів.

Керуючись цією тезою, раніше вчені припустили, що швидкі радіоімпульси можуть виникати лише в молодих карликових галактиках, де знаходиться безліч тих, що нібито породжують їх магнетарів.

Згідно з раніше побудованими моделями, діаметр магнетара може становити всього 20–30 кілометрів, проте маса більшості таких об'єктів має перевищувати масу Сонця. Горошина матерії магнетара може важити понад 100 мільйонів тонн.

Однак, схоже, версію про зв'язок FRB з магнетарами доведеться переглянути або доповнити.

Зараз дослідники виявили швидкий радіо-сплеск FRB 190523, що виник в космосі на відстані приблизно 7,9 мільярда світлових років від Землі. Учені з'ясували, що його джерелом може бути галактика, яка з точки зору її віку і розмірів схожа на нашу.

«Це відкриття говорить нам, що кожна галактика — навіть звичайна, як Чумацький Шлях, — може генерувати FRB», — говорить Вікрам Раві (Vikram Ravi) з радіо-обсерваторії Оуенс-Веллі Каліфорнійського технологічного інституту.

«Теорія про те, що FRB відбуваються з магнетарів, була розроблена частково тому, що більш ранній FRB 121102 походив з активного зіркоствореного середовища, де молоді магнетари можуть утворюватися в найновіших, таких, що залишилися від масивних зірок», — уточнив Раві.

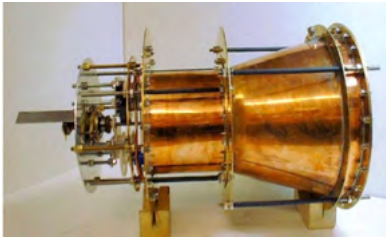
Раніше штучний інтелект виявив 72 радіосигнали невідомої природи з відстані у три мільярди світлових років від Землі. І зробив це краще, ніж людина і стандартні комп'ютерні алгоритми.

А нещодавно учені зафіксували швидкий радіо-сплеск, що повторюється, який виходив з одного джерела.

Раніше саме таке явище спостерігалось лише одного разу.

## «Неможливий двигун»

Британські фізики розробляють аналог «неможливого двигуна» Em Drive, працюючи у рамках гранту, виділеного Управлінням перспективних дослідницьких проектів Міноборони США (DARPA). Про це повідомляє університет Плімута.



«Якщо наші ідеї будуть повністю реалізовані, то тоді для запуску супутників нам більше не буде потрібне паливо.

По суті, будь-який космічний корабель зможе рухатися в космосі, якщо у нього буде джерело струму. Міжзор'яні польоти будуть відкриті для людства», — заявив Майкл Маккаллох (Michael Mc Culloch) з університету Плімута (Великобританія).

танія).

У 2001 році американський інженер-авіаконструктор Роджер Шоер оголосив про створення двигуна Em Drive, який, як тоді вважали і як продовжують вважати сьогодні його опоненти, порушує усі відомі закони фізики.

Цей пристрій є конусною камерою-резонатором, до якої підключений потужний магнетрон — джерело мікрохвильового випромінювання.

За певної геометрії цього конуса, пристрій загадковим чином рухатиметься у бік вузької його частини з у край малою, але тягою, якщо всередині конуса «гулятимуть» мікрохвилі. Майже всі вчені визнали подібну поведінку Em Drive неможливою з точки зору законів фізики.

Кілька років тому Маккаллох і його колеги запропонували «реалістичне» пояснення для цього «чудо-двигуна», пов'язавши його роботу з іншим суперечливим фактором — так званим ефектом Унру.

Цей феномен відкритий американським фізиком Уільямом Унру (William Unruh) наприкінці 1970 років. Він є поясненням того, чому існує сила інерції, і припущення, що вона має деяку «дискретну» природу, пов'язану з квантовими властивостями вакууму. Унру показав, що предмет, який рухається з прискоренням, починає по-особливому взаємодіяти з вакуумом або іншим середовищем, через яке він рухається, — якщо говорити просто, то навколишній простір стає «теплішим» для нього. Це тепло, або випромінювання Унру, «тисне» на тіло, що рухається і примушує його знижувати швидкість.

У двигуні Шоера, як вважає Маккаллох, це тепло по-різному взаємодіятиме з фотонами мікрохвильового випромінювання, які відбиваються від вузьких і широких стінок конуса, якщо фотони мають інерціальну масу і швидкість світла може мінятися всередині резонатора. Обидва ці припущення украй суперечливі з точки зору фізики.

Попри це, ідеї Маккаллоха привернули увагу чиновників з агентства DARPA, яке нещодавно виділило 1,4 млн доларів на строгу математичну і практичну перевірку теорій британського дослідника.



Фізик із Плімута і його однодумці з Іспанії і Німеччини програмують повну комп'ютерну модель, що описує роботу цього двигуна, і потім програмують його прототиби для його ж оцінки: чи може він дійсно виробляти силу тяги. Перші результати науковці очікують одержати у найближчі 1,5 року.

## Загадкове світло з космосу

Група вчених зафіксувала в космосі дивну частку світла — аномальні фотони з найвищою енергією в історії спостережень. Виявити їх вдалося за допомогою обсерваторії Gbma Collaboration Tibet Air Shower на Тибетському плато.

Вчені вважають, що частка світла прилетіла з Крабовидної туманності. Вона стала часткою космічних променів, які випустили залишки наднової.

Члени команди зосередилися у своєму дослідженні на фотонах, які потрапляють на Землю з віддалених місць. У ході роботи виявлено 24 зливи, ініційовані фотонами, з енергією понад 100 трильйонів електрон-вольт.

У своєму дослідженні вчені виключили з даних для аналізу події реєстрації мюонів. Вони утворюються в результаті зіткнень з атмосферою високоенергетичних фотонів з ядрами атомів.

Що ж до Крабовидної туманності, то це залишки наднової, що спалахнула у 1054 році нашої ери.

Об'єкт розташований у рукаві Персея, що за 6500 світлових років від Землі.



## Як швидко розширюється Всесвіт

Всесвіт розширюється повільніше, ніж вважалося раніше.

Астрономи зробили нове вимірювання того, як швидко розширюється Всесвіт, використовуючи світимість червоних гігантів.



Учені вже майже століття знають, що Всесвіт розширюється, а це означає, що відстань між галактиками стає дедалі більшою кожної секунди.

Швидкість, з якою відбувається це розширення, називається постійною Хаббла. Проте її значення досі точно не відоме: різні методи виміру дають результати, що сильно різняться.

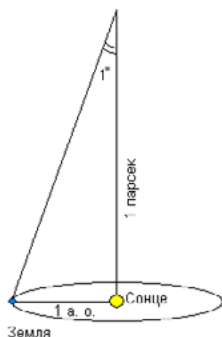
Зараз постійною Хаббла прийнято вимірювати значення двома методами: виміром параметрів реліктового (що утворився після Великого вибуху) випромінювання і з використанням зірок зі змінною світимістю — цефеїд (Цефеїди — клас пульсуючих змінних зірок з досить точною залежністю періодом-світимістю, названий на честь зірки  $\delta$  Цефея).

Слід сказати, між цими двома методами спостерігається різниця у значеннях приблизно 7–8%.

Причину такої розбіжності учені не можуть з'ясувати досі.

Новий метод, запропонований ученими університету Чикаго, дуже схожий на метод цефеїд. Але в якості об'єктів він використовує не зірки зі змінною світимістю, а червоні гіганти — світила з високою яскравістю і протяжною атмосферою.

Астрономи можуть виміряти видиму яскравість червоних гігантів у різних галактиках і потім визначити відстань до них.



Отримане за допомогою запропонованого науковцями методу значення склало 69,8 кілометра за секунду на мегапарсек, — приблизно 3,26 тис. світлових років, (**Парсék** (скорочено **пк**) — поширена в астро-

номії позасистемна одиниця вимірювання довжини. Відстань, із якої середній радіус земної орбіти (рівний 1 а.о.), перпендикулярний до променя зору, видно під кутом  $1''$  (одна кутова секунда). Назва є скороченням від **паралакс-секунда**.

$пк = \approx 648\,000 \text{ а.о.} = 969\,394\,202\,136\,000\,000 / \pi \approx 3,085\,677\,581\,491 \times 10^{16} \text{ м} = 102\,464\,295\,00 / (999\,992\,651 \pi) \text{ св.р.} \approx 3,261\,563\,777\,167 \text{ світлових років.}$

Застосовуються також кратні одиниці: кілопарсек (кпк), мегапарсек (Мпк) і гігапарсек (Гпк).

Зауважимо, що довжина парсека, введена за резолюцією IAU 2015 Resolution B2 становить рівно 648000/пастрономічних одиниць, що відповідає наближенню малих кутів для тангенса. Вона відрізняється від класичного визначення (яке містить тангенс у знаменнику) на незначну величину (приблизно 242 км), тобто, тільки в 11-му розряді. Оскільки астрономічна одиниця за стандартом IAU (2012) визначена як 149597870700 метрів рівно, довжина парсека також відповідає цілому числу метрів **СІ**.

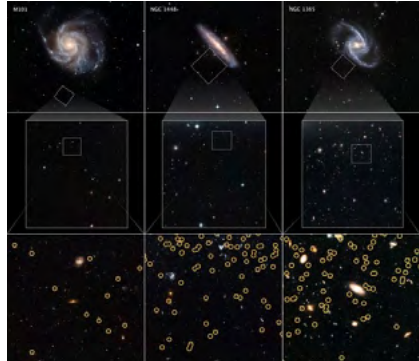
## Деякі відстані в парсеках

- 1 астрономічна одиниця становить  $4,85 \times 10^{-6}$  парсека.
- За станом на серпень 2013 космічний апарат «Вояджер-1» перебував на відстані 0,0006 пк від Сонця<sup>1</sup>.
- Діаметр хмари Оорт — близько 0,6 пк.
- Відстань від Сонця до найближчої зорі (Проксими Центавра) становить приблизно 1,32 парсека.
- Відстань до центру нашої Галактики — близько 8 кілопарсек.
- Діаметр нашої Галактики становить приблизно 30 кпк.
- Відстань до туманності Андромеди — близько 770 кілопарсек.
- Найближче велике скупчення галактик — скупчення Діви — перебуває на відстані 18 Мпк.
- До горизонту видимого нам Всесвіту приблизно 14,26 Гпк).

Для порівняння, результати, отримані виміром реліктового випромінювання і за допомогою цефеїд, склали відповідно до 67 і 73 км/с на мегапарсек. Нове значення є чимось середнім між цими двома методами.

Учені сподівалися за допомогою нового вимірювання з'ясувати, чому так різняться значення постійної Хаббла, обчислені по-різному.

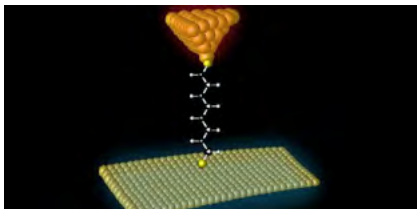
Але, схоже, одержаний результат викликає більше питань, ніж дає відповідей. Уточнити величину постійної Хаббла, обчисленої за новим методом, астрономи планують за допомогою нового ширококутного інфрачервоного оглядового телескопа (WFIRST), який NASA запустить в середині 2020-х. Він матиме роздільну здатність у 100 разів більшу, ніж у Хаббла, і дозволить отримати необхідні для точного розрахунку дані.



## Передача тепла через поодинокі молекули

Дослідники уперше виміряли передачу тепла через поодинокі молекули.

В процесі роботи усі обчислювальні пристрої виділяють тепло, згідно із законом Джоуля-Ленца. При проходженні струму через будь-який матеріал, що не має надпровідності, тепло виділятиметься у довкілля. Воно може вплинути на роботу пристроїв, зокрема на швидкість проходження сигналу.



Але й досі вчені не могли виміряти кількість тепла, що протікає через одну молекулу в ланцюжку. Це значення важливо знати для створення обчислювальних пристроїв нового покоління.

За словами учених, чим швидше тепло може розсіюватися від ланцюжків молекул, тим надійнішими

будуть молекулярні обчислювальні пристрої.

Дослідники з університету Мічигану вперше поставили експеримент, у якому виміряли передачу тепла через одну молекулу. Для цього вони розробили тепловимірювальний прилад (калориметр), який був майже повністю ізольований від іншої частини приміщення, що дозволяє йому мати відмінну теплову чутливість. Вони нагрівали калориметр приблизно на 20–40 градусів вище за кімнатну температуру і проводили вимірювання.

Прилад був оснащений золотим електродом з наконечником н-метрової розміру.

Дослідники з'єднали два електроди, поки вони практично не зіткнулися один з одним, що дозволило деяким ланцюжкам атомів вуглецю прикріпитися до електрода калориметра.

Коли електроди стикалися, тепло вільно витікало з калориметра, як і електричний струм.

Потім дослідники повільно розділили електроди, між якими тепер залишався лише ланцюжок вуглецевих атомів. Маніпулюючи електродами, вони домоглися того, що між ними був тільки один атом. Його теплопередачу і вдалося виміряти.

Нова робота допоможе наблизитися до межі закону Мура, який свідчить, що число транзисторів у інтегральній схемі подвоюється кожні два роки, подвоюючи щільність обчислювальної потужності.

Молекулярні комп'ютери матимуть найменший можливий розмір обчислювальних одиниць, тобто найбільшу швидкість. Але для їх розробки потрібні ще роки досліджень.

## Про причину еволюції людства

Британські вчені провели масштабне дослідження і дізналися нові відомості про розвиток людства. Виявилось, що процес еволюції людей тісно пов'язаний з початком активного вирощування зернових культур, що призвело до серйозних змін в організмі.

Науковці з Великобританії вивчили ДНК понад 25 тис. осіб з різних країн світу та зробили безліч важливих відкриттів. В ході дослідження

вони також проаналізували зразки генів шимпанзе, неандертальців і денісовців.

Фахівці дізналися, що серйозні зміни в організмі людини почалися після її переходу до осідлого життя і вирощуванню зернових культур. Це відбулося в епоху неоліту і серйозно вплинуло на раціон людини.

У результаті організм почав отримувати велику кількість вуглеводів, завдяки чому з'явилася необхідність у контролі рівня цукру в крові.

Вивчення ДНК дозволило виявити відповідний ген, який відповідає за ці процеси.

Йдеться про *SLC11*, він є у людей у двох версіях. Перша захищає людину від проблем з рівнем цукру в крові і робить його менш сприйнятливим до всіх видів діабету, а другий — навпаки.

Отже, вчені встановили, що вживання зернових культур дозволило людині еволюціонувати і стати більш пристосованою і всеїдною. Саме відтоді організм людей може контролювати рівень цукру в крові, що дозволяє людині без серйозних наслідків для здоров'я вдаватися до різних дієт.

## Незвичайні факти про людський мозок

Андрій Чернинський — кандидат біологічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Інституту фізіології ім. А. А. Богомольця НАН України. Працював у КНУ, Університеті Цюріха, Інституті геронтології НАМН України присвятив життя вивченню людського мозку.

У числі його наукових інтересів — зв'язок електричної активності мозку і поведінки.

Український вчений розповідав про механізми ухвалення рішень, геніальності, маніпуляції, міфи, відмінності жіночого і чоловічого мозку і найцікавіші аспекти сучасної нейронауки та про те, які проблеми у вивченні мозку — *terraincognita* на сьогодні? чого сучасній науці бракує, щоб дати відповіді на ці питання?

— Мозок людини — це найскладніший біологічний об'єкт, тому повна розшифровка механізмів його роботи — поки питання далекого майбутнього.



Вичленили якусь головну «таємницю мозку», як люблять писати багато сучасних сайтів, — поки що не можна.

Розуміння роботи цього органу важливе в теоретичному плані, оскільки дає відповіді на одвічні питання: хто ми, звідки береться наша індивідуальність, що є наша психіка?

Крім цього, є й суто практичний аспект — лікування неврологічних і психіатричних хвороб.



На даний момент у світі є дві глобальні програми, спрямовані на вивчення мозку. Human Brain Project фінансується Євросоюзом, у його виконанні задіяні сотні вчених зі 135 інститутів 26 країн. Аналогічний проект Brain Initiative здійснюється у США.

Крім безпосереднього одержання нових даних про структуру і роботу мозку, як результат очікується розробка нових методів аналізу, зберігання і обробки великих обсягів інформації. Ніхто поки що не може передбачити, які наслідки матимуть ці «нейропроекти».

Приміром, розроблена 1991 року технологія обміну даними для потреб Європейської організації по ядерних дослідженнях (CERN), привела до формування World Wide Web — знайомого нам Інтернету. Можливо, ми не побудуємо точної математичної моделі мозку і, скоріш за все, не винайдемо ліків від усіх хвороб, але отримаємо щось, що виведе людство на новий рівень.

— Які методи застосовуються при дослідженні функцій мозку?

— У сучасній нейронауці величезний арсенал. Напевно, одним із найбільш ранніх методів вивчення функціонування мозку є електроенцефалографія — реєстрація електричних потенціалів, що виробляються нервовою тканиною.

Зазначимо й те, що першу у світі електроенцефалограму (ЕЕГ) записав, у Київському університеті, Володимир Правдич-Неминський понад сто років тому; його прізвище є в усіх підручниках з електрофізіології.

ЕЕГ дозволяє діагностувати деякі порушення роботи мозку, наприклад, епілепсію.

Модифікація ЕЕГ — реєстрація викликаних потенціалів — дозволяє оцінювати реакції мозку на різні стимули.

У маркетингових дослідженнях ці методи можуть об'єднуватися з моніторингом руху очей — eye tracking — для аналізу точок фіксації погляду, наприклад, на ключових компонентах рекламного постера (реklamний постер — економічний вид зовнішньої реклами. Рекламний постер є од-

ним з найпоширеніших видів зовнішньої реклами через свою дешевизну та універсальність).

Успіхи фізичної науки дали нейробіологам томографи — прилади, які з високою точністю можуть визначати будову мозку, а також міру активації його структур при виконанні різного роду завдань.

Також є маса методик оцінки роботи сенсорних органів і обробки мозком отриманої інформації, психологічних тестів.

Діяльність нервової системи вивчається не лише на людях. Використання тваринних моделей дає дослідникам ще більший арсенал. Звичайно, структура мозку щурів або мишей набагато простіша за нашу, так само як і поведінковий репертуар, та зате вчені можуть застосовувати методи генної модифікації, виділяти і тестувати окремі клітини, проводити біохімічний аналіз.

Також використання лабораторних тварин є необхідним етапом розробки нових ліків, у тому числі і для лікування хвороб нервової системи.

— Чи можна за допомогою доступних сьогодні науці досліджень подивитися на мозок дитини і зрозуміти, що перед вами — майбутній Менделєєв? Як вважаєте, геніями народжуються або стають? Які властивості мозку закладені генетично, а які — набуваються?

— Ні, безумовно, настільки просто не буває. Мозок — це дуже складна штука, яка формується не лише під час внутрішньоутробного розвитку, а й продовжує активно мінятися упродовж усього життя.

Пластичність нервової системи є однією з фундаментальних її властивостей.

У найбільш очевидному прояві — це наша здатність до навчання і запам'ятовування. Безумовно, в якійсь мірі вона визначена генетично.

З приводу геніальності питання складне з двох причин. По-перше, її важко виміряти, чітко вказати, де межа між «ще дуже талановитий» і «вже геніальний». А по-друге, генії — штучний продукт, тоді як наука працює на основі статистики. Тому простіше говорити про інтелект, який властивий усім людям у тій чи іншій мірі. Його так само складно виміряти, але в цьому випадку є накопичений багаж методик. А якщо можна кількісно виміряти, можна й оцінити, наскільки він визначається природженими, генетичними чинниками, а наскільки — чинниками середовища.

Досліджень на цю тему проводилося багато. Безумовно, не існує якогось одного або кількох «генів інтелекту». Але є гени, які важливі для правильного розвитку нервової системи, а тому індивідуальні відмінності у їхній будові пов'язані з рівнем інтелекту.

Кожен з таких генів вносить невеликий вклад, це призводить до того, що разом вони визначають понад 50% того показника. Деякі дослідження називають навіть 80% і вище.

Ситуацію ускладнює відсутність єдиного «інтелекту», а різні його компоненти — просторовий, вербальний, емоційний — можуть мати різну міру наслідування.

Цікаво, що вплив спадкових чинників на когнітивні здібності в дитинстві істотно нижчий, ніж у дорослих (називають оцінки менше 20 %).

Цей факт поки не має строгого пояснення. Можливою причиною може бути те, що у міру дорослішання ми намагаємося створити для себе умови, в яких наші природжені здібності проявляються максимальним чином. Приміром, хтось вважає за краще проводити час, читаючи книги в тиші, а хтось — з друзями і гучною музикою.

Тому формування наших здібностей завжди обумовлене взаємодією генів і середовища.

Повертаючись до питання про геніїв, безперечно, способу якимось чином просканувати мозок і визначити геніальність не існує.

Колись учені проаналізували під мікроскопом мозок Альберта Ейнштейна, і вони не знайшли ніяких видатних особливостей його структури, тобто говорити про якісь специфічні зони, що відповідають за геніальність, не доводиться.

Щоправда, було з'ясовано, що у його мозку істотно збільшена кількість гліальних клітин, які виконують важливі допоміжні функції, допомагаючи нейронам — головним нервовим клітинам — правильно працювати.

Але, зрозуміло, що мікроскопія мозку — це не найвдаліший спосіб визначення геніальності людини.

— Як відбувається процес ухвалення рішень? Чи правдиве судження, що насправді людина нічого не вирішує — за нього все вже «вирішив мозок»? Хто ким, врешті-решт, управляє — мозок нами або ми мозком?

— Ну, мені дещо складно уявити, що таке людина без мозку. Цей орган є єдиним джерелом усіх властивих нам психічних явищ і формування поведінки. Тому, безумовно, ухвалення рішень — це внутрішні мозкові процеси. Інша справа, наскільки до цього процесу має доступ наша свідомість, внутрішнє «я», яке ніби є раціональним і логічним. І тут виявляється, що далеко не завжди ми приймаємо рішення саме раціонально. За прикладами далеко ходити не треба, досить озирнутися на те, що відбувається в країні.

Головна частина нашого мозку, яка здійснює процес ухвалення рішень і формування програми поведінки, — це префронтальна кора — частина лобової долі, найпередніша частина нашого мозку. Саме тут відбувається оцінка того, що відбувається з нашим організмом і навкруги, оцінюється вірогідність отримати щось позитивне або навпаки.

Але рішення префронтальної кори залежать від тієї інформації, яку вона отримує від інших структур. Найцікавішими і важливішими є ті, які регулюють емоції.



Вважається, що емоційне реагування є протилежним до раціонального, ґрунтованого на логіці. Однак виявляється, що якщо з працездатністю емоційних структур проблеми (внаслідок генетичних патологій або травм), то людині стає складно прийняти елементарні повсякденні рішення, над якими ми навіть не замислюємося. Наприклад, надіти сьогодні синю сорочку або червону футболку.

— Поговоримо про мозок і сон. Усім знайомий стан, коли вночі не спав — і розум, і фізична активність погіршуються. Але часто мозок і нервова система стають причиною безсоння. Що нового про сон говорить наука? Можливо, в майбутньому люди зможуть позбавитися від сомнологічних проблем?

— Сон — це дуже цікавий процес і наукова проблема. Такий стан пригаманний не лише людині, і навіть не лише ссавцям. Більше того, у тварин також виділяють два головні стани — швидкий сон (коли ми бачимо сновидіння) і повільний сон.

Ми знаємо, що під час сну мозок не відпочиває — він переходить в інший режим роботи, а рівень споживання енергії залишається практично на рівні пильнування. У цей час глімфатична система — особлива структура, нещодавно відкрита у складі головного мозку, займається очищенням нервової тканини від накопичених за період пильнування метаболітів.

Це відбувається переважно в період повільного сну. Під час швидкого сну відбувається «освоєння» накопиченого досвіду формування довготривалої пам'яті та інші важливі процеси. Тому зрозуміло, що сон — це абсолютно життєво необхідний процес. Людина, штучно позбавлена сну або навіть тільки фази швидкого сну, через деякий час гине від нервового виснаження.

Порушення сну, нерідкі у наш час, спричиняють негативні зміни у функціонуванні нервової системи і, як наслідок, інших органів. Причини сомнологічних проблем можуть бути різними — від вроджених, генетичних, до дії інфекцій або психологічних проблем.

Наприклад, мої колеги у нашій спільній публікації показали, що вірус грипу  $H_1N_1$  («свинячий грип») може викликати порушення у функціонуванні деяких сомногенних структур, що спричиняє порушення структури сну — коли фаза швидкого сну розвивається «не вчасно» і може проявлятися у нарколепсії — раптовій непереборній сонливості упродовж циклу пильнування. Здавалося б, де грип, який є респіраторною інфекцією, а де мозок і сон.

З приводу позбавлення сомнологічних, так само як і інших неврологічних, проблем у майбутньому — безумовно, цей магістральний напрям досліджень у галузі нейронауки. Ця галузь дає багато даних для розуміння механізмів роботи нервової системи, виникнення патологій, їх профілактики і лікування.

— Які маніпулятивні технології рекламних кампаній можуть впливати на людину в обхід її свідомості?

— Часто застосовується дія на емоціональні центри. Це стосується не лише реклами. Останнім часом досить детально проаналізовані особливості недавніх виборчих кампаній, інформаційної війни і т. п.

Якщо ж говорити конкретно про рекламу, то найбільш відомим, ймовірно, є ефект «25 кадрів». На жаль, або ні, це не більше ніж міф. Більш обґрунтований метод впливу на покупців називають нейромаркетинг. Основа систем обробки мозком інформації формувалася у процесі еволюції і адаптувала предків сучасної людини до тодішніх умов існування. Середовище сучасної людини не дуже на них схоже, а тому наші аналітичні центри можуть обманюватися. Усім відомі зорові ілюзії — коли мозок зустрічає нетипову картинку, він намагається пристосувати її до тих правил, з якими він досі зустрічався.

Подібного роду «лазівки» є і в системі ухвалення рішень. Вони відомі як когнітивні спотворення.

Приміром, учені встановили, що вірогідність втрати має більший вплив на ухвалення рішень, ніж вірогідність отримання еквівалентного у грошовому вираженні прибутку. Маркетологи використовують цю особливість роботи нашого мозку, пропонуючи потенційним покупцям послугу або товар на пробний період безкоштовно. За ситуації, коли клієнтові товар хоч якось подобається, відмовитися від нього, — вартує зусиль. На багатьох сайтах під час розпродажів і акцій встановлено лічильники зворотного часу або ж повідомляється, що якісь позиції вже розкуплені. Це створює ілюзію вірогідності втрати і мотивацію її уникнути — купив товар.

Треба розуміти, що чарівних способів змусити будь-яку людину купити непотрібну річ або послугу не існує. «Нейрометоди» лише незначною мірою впливають на вірогідність прийняття людьми потрібних рішень. Але в масштабах обсягів продажів великих брендів це серйозні гроші.

— На підставі яких метрик нейробіолог може відрізнити: мозок чоловіка або жінки йому представлений? Як відрізняється мозок представників різних статей?

— Навряд чи це можливо. На відміну від інших органів, мозок чоловіків і мозок жінок морфологічно однакові. Мається на увазі, що складаються з тих же частин, тобто немає специфічних чоловічих або жіночих мозкових структур. Проте, певна гендерна різниця в анатомії мозку є. В середньому об'єм мозку жінок менший, ніж чоловіків, як і розміри тіла. Але кореляцій об'єму мозку зі значимими показниками його роботи, такими як, наприклад, інтелект, не виявлено.

Раніше були дуже популярні відомості про різницю у будові чоловічого і жіночого мозку.

Зокрема, повідомлялося, що у чоловіків більший об'єм мигдалеподібного тіла — однієї з ключових емоціогенних структур, а у жінок — гіпокампу, що відповідає за пам'ять.

У свіжіших публікаціях говориться, що і наведені, й інші відмінності переоцінені.

У будь-якому випадку, навіть якщо такі відмінності і є, вони статистичні і торкаються порівняння великих груп. Результати вимірювань одного мозку не можуть дати достовірної інформації про стать його власника або власниці.

— Як підтримувати свій мозок «у формі» — читати, спілкуватися, подорожувати, що ще?

— Я не прибічник давати специфічні рекомендації для якогось органу, наш організм працює як єдине ціле. Здоровий спосіб життя, про який зараз пишуть навіть у шкільних підручниках, має підтримувати його оптимальне функціонування. Але можна виділити ключові компоненти. Це раціональне харчування, достатній рівень фізичної активності. При цьому не обов'язково займатися професійним спортом, досить щоденних рухів — треба виконувати певний мінімум, умовні 10 000 кроків.

Важливий здоровий і достатній за тривалістю сон — напружений ритм сучасного життя, на жаль, рідко дає таку можливість, але треба намагатися хоча б не ускладнювати цей процес вечірнім використанням гаджетів з яскравим екраном, надмірним хвилюванням. І звичайно, відмовитися від паління і зловживання алкоголем. Більш специфічні для мозку рекомендації — це перераховані елементи саморозвитку — читання, різні хобі. Це актуально і для молоді, чий мозок тільки формується, і для літніх людей — умовне сидіння перед телевізором після виходу на пенсію не є оптимальним проведенням часу, показано, що розвиток нових навичок допомагає зберегти роботу мозку на високому рівні на довгі роки. І наостанок — елемент ЗОЖ, про який у шкільних підручниках не пишуть, але він не менш важливий для повноцінного життя — секс.

— Існує міф, що солодке (як правило, швидкі вуглеводи) покращує роботу мозку.

— Річ у тім, що головний мозок споживає дуже багато енергії — порядку 20 % від загальної кількості, при тому, що його маса складає порядку 5 %. Другою особливістю роботи нервових клітин є відсутність внутрішніх запасів енергетичних речовин, тому вони мають постійно отримувати їх із крові. Основним джерелом енергії для нейронів є розщеплювання глюкози. Тому в моменти, коли нам потрібний мозок «на повну», з'їсти солодкий батончик або цукерку буде хорошою ідеєю. Але це абсолютно не означає, що, з'їдаючи по торту в день, ми підтримуватимемо наш мозок у тонусі. Навпаки, це матиме негативні наслідки для здоров'я, тобто і мозку. Додаткова енергія у вигляді «швидких» вуглеводів потрібна лише тоді, коли організм її швидко і ефективно використовує. Загальна рекоменда-

ція — вживати у формі швидких вуглеводів не більше за 5 % добового раціону.

— Які ще популярні міфи про мозок?

Найпопулярніший з них: «Нервові клітини не відновлюються». Давно доведено, що в мозку навіть дорослої людини постійно відбувається процес утворення нових нейронів. Найактивніше — у гіпокампі, структурі мозку, яка відповідає за формування пам'яті і орієнтацію у просторі

Але долю раціонального можна знайти і тут. Якщо нейрони гинуть внаслідок травм, порушення кровообігу, наприклад, при інсульті, або інших негативних чинниках, відновити їх важко. Тут значною мірою допомагає пластичність мозку, про яку ми говорили раніше. Сусідні неущоджені ділянки перебудовуються і беруть на себе функції пошкоджених.

Не менш популярним міфом є уявлення, що ми використовуємо можливості мозку лише на 10 %. На ділі, звичайно, на усі 100 %.

Як я говорив раніше, мозок — це дуже енерговитратний орган, а тому утримувати непрацюючі, але такі, що споживають багато ресурсів, було б украй марнотратним і не мало б шансу на успіх у процесі еволюції.

Внаслідок постійної активації певних нервових мереж, пов'язаних з виконанням нами щоденних завдань — роботи, хобі, іншої повсякденної активності, вони стають дедалі більш ефективними. Кожен з нас може згадати, як у міру тренувань і повторів він навчався виконувати якісь дії дедалі чіткіше, швидше і «на автоматі». Таке навчання є одним з важливих наслідків пластичності нервової системи. Але є і зворотна бік — якщо клітини не використовуються, вони можуть втрачати свої зв'язки з іншими нейронами або навіть гинути. Так організм економить ресурси. І якби 90 % мозку були такими, що «мовчать», на них би чекала саме така доля.

Також у мережі популярні картинки із зображенням функціональної спеціалізації півкуль — ліве абстрактно-логічне, а праве — образно-емоційне. Латералізація деяких мозкових функцій — безумовний факт. Приміром, у 90 % розуміння мови і здатність говорити зумовлені роботою спеціалізованих областей лівої півкулі. Це зони Верніке і Брока, що є слуховими і моторними центрами мови. Але так організовані далеко не всі операції. За сучасними уявленнями, виконання будь-яких завдань вимагає спільної роботи обох півкуль, кожна з яких робить свій вклад.

Найяскравіше півкульна спеціалізація проявляється у людей з так званним розщепленим мозком. При цьому у них за медичними показаннями хірургічно руйнувалося мозолисте тіло — структура, через яку півкулі обмінюються інформацією. Залишена кожна сама по собі, ліва півкуля краще справлялася з абстрактно-логічними завданнями, а права — з образними. Це спостереження, мабуть, і лягло в основу цього міфу. Але нещодавно було проведено повторне дослідження таких пацієнтів через кілька десятиліть після операції. Несподівано виявили, що ефективність виконання різних завдань правою і лівою півкулями у них практично вирівнялася.

Отже, півкулі навчилися навіть за відсутності анатомічних шляхів обмінюватися, якимось досі невідомим способом, інформацією для формування цілісної картини світу.

— Над якими проектами зараз працюєте?

— Я працюю у відділі фізико-хімічної біології клітинних мембран — у нас і фізика, і хімія, і біологія.

Ми вивчаємо роль різних мембранних білків, насамперед, рецепторів та іонних каналів, у функціонуванні нервових клітин. Працюємо як на рівні окремих молекул або клітин, так і на рівні невеликих нейронних мереж і навіть цілого організму. Це дає нам можливість повноцінно тестувати біологічну активність різних речовин, що є першим кроком на шляху до розробки нових ліків.

Конкретно моя роль — вивчення електричної активності мозку при виконанні тваринами різних поведінкових тестів. Подібним я займався кілька років тому під час роботи у Швейцарії, там ми вивчали роботу мозку генетично модифікованих мишей, які були моделлю аутизму.

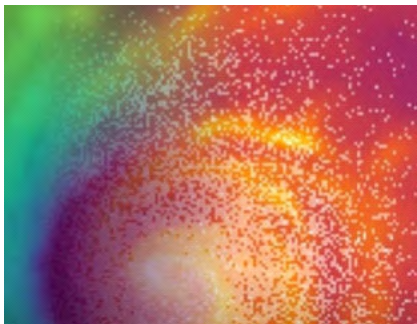
А ще триває робота над екзотичним проектом з вивчення електричної активності мозку восьминогів — найінтелектуальніших безхребетних тварин. Проект здійснюється у співпраці з Інститутом науки і технологій Окінави в Японії.

Крім того, я разом зі співавторами пишу шкільні підручники з біології, а також є координатором українського Нейроконкурсу — змагання серед школярів у нейронауках.

Подробиці можна знайти на сайті [brainbee.in.ua](http://brainbee.in.ua). Переможець представляє нашу країну на Міжнародному конкурсі, який щорічно проходить у рамках однієї з ведучих профільних наукових конференцій.

У 2019 році, за підтримки Малої академії наук на конгрес Міжнародної організації вивчення мозку (IBRO), до Кореї полетить Ігор Ареф'єв, випускник Медичного ліцею НМУ імені Богомольця.

## Альтернативна теорія гравітації



Британські фізики провели симуляцію Всесвіту з використанням альтернативної моделі гравітації — так званих хамелеонів, гіпотетичних елементарних часток. З'ясувалося, що галактики на зразок нашого Чумацького Шляху успішно формуються за різними законами фізики.

Відкриття вчених з Даремського університету доводить життєз-

датність теорії хамелеонів, як альтернативи Загальної теорії відносності (ЗТВ) у поясненні формування структур Всесвітом.

Гіпотетичні хамелеони названі так через здатність міняти свою ефективну масу залежно від оточення, що дозволяє цій теорії пояснити темну енергію, яка прискорює розширення Всесвіту.

ЗТВ була розроблена Альбертом Ейнштейном у 1900-х роках для пояснення гравітаційного ефекту великих об'єктів у космосі.

Це основа сучасної космології.

Проте у неї є і менш відомі «конкуренти». Серед них — теорія хамелеонів, яка, як і нинішня симуляція, дозволила пояснити формування галактик на зразок Чумацького Шляху.

«Наші симуляції уперше показали, що навіть якщо змінити силу тяжіння, це не перешкодить сформуватися галактичним дискам зі спіральними рукавами.

Наше дослідження, безперечно, не означає, що Загальна теорія відносності невірна, але показує, що вона не зобов'язана бути єдиним способом пояснення ролі гравітації в еволюції Всесвіту», — заявив один з керівників дослідження Крістіан Арнольд.

Ця робота може пролити світло і на таємничу темну енергію, яка, з точки зору ЗТВ, відповідальна за розширення Всесвіту, що прискорюється.

Вчені сподіваються, що їхнє припущення підтвердять, або спростують спостереження телескопа SKA, який почне роботу у 2020 році. Цей найбільший радіоінтерферометр допоможе космологам розкрити таємницю формування перших галактик після Великого Вибуху і зрозуміти природу темної енергії.

На початку року група астрофізиків з Німеччини і Данії висунула гіпотезу, що пояснює швидкість зірок у галактиках набагато краще, ніж Загальна теорія відносності. За їхніми розрахунками, темної матерії у Всесвіті має бути набагато менше, ніж прийнято вважати.

## Найточніша 3d-карта Чумацького Шляху

Раніше вважалося, що він плоский.



Польські астрономи створили найдетальнішу тривимірну карту Чумацького Шляху — на ній видно викривлення диска нашої Галактики.

Учені припускають, що таку S-подібну форму Чумацький Шлях отримав після зіткнень з іншими галактиками. Деформація починається на відстанях понад 25 000 світлових років від ядра.



Аби скласти карту, дослідники спиралися на розташування 2,4 тис. змінних зірок, які називають цефеїдами. Це молоді пульсуючі надгіганти, які світять у сотні або навіть тисячі разів яскравіше за Сонце. Частота пульсації прямо пропорційна їхній яскравості.

Поки що до цієї карти мають доступ лише вчені, а прості любителі космосу можуть відправитися у віртуальний 3d-тур по Чумацькому

Шляху від Європейського космічного агентства.

Більшість підручників з астрономії містять лише двовірні картинки, що не дають наочного уявлення про «геометрію» космосу.

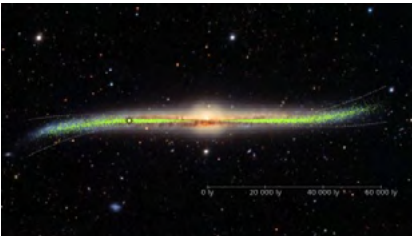
Польські вчені витратили шість років на побудову тривимірної моделі Чумацького Шляху — виявилось, що форма галактики далека від пласкої, зображуваної у наочних посібниках.

Для розробки тривимірної моделі дослідникам знадобилося обчислити відстань до космічних об'єктів. Щоб спростити завдання, вони орієнтувалися на особливі властивості зірок, що дозволяють точно дізнатися, як далеко від Землі вони знаходяться.

Так звані «змінні цефеїди» набагато яскравіші за Сонце і міняють світимість з дуже стабільними тимчасовими інтервалами.

Якщо знати, з якою періодичністю «пульсує» зірка, можна визначити, яку кількість світла вона має випромінювати у заданий момент, щоб визначити відстань до неї.

Учені досліджували тисячі таких об'єктів і роками каталогізували отриману інформацію — підсумком їхньої роботи став тривимірний «портрет» Галактики. Чумацький шлях — украй неоднорідна структура, тому існує маса теорій, що припускають, чому диск Галактики деформований і зовні нагадує букву S.



Учені також встановили, що зірки у складі Чумацького Шляху виникали не поодинці, а цілими групами — це свідчить про те, що утворення зірок може відбуватися спонтанно.

## Мікроб може пояснити походження життя на Землі



Для цього довелося узяти зразки з місцевості з назвою Замок Локи у Північній Атлантиці.

Біологи вперше упіймали і виростили невловимий вид бактерій, схожий на той, який міг створити складне життя на нашій планеті.

Ці древні мікроорганізми, відомі як археї, спочатку вважалися частиною домена (найбільша структура у класифікації живих організмів) бактерій і називалися архебактеріями. Проте ці організми настільки відрізнялися своєю будовою від усіх інших, що науковці виділили їх в окремий домен.

Досі велику частину архей було ідентифіковано лише за аналізом проб, що містять ДНК, і ніколи не була отримана у лабораторних умовах.

Виділити ці мікроорганізми змогли японські вчені, які опублікували препринт своєї статті на сайті [bioRxiv.org](https://www.biorxiv.org/). Їм знадобилося 12 років, аби здійснити це. Дослідники зібрали зразки бруду з глибоководного гідротермального поля із назвою Замок Локи, що знаходиться у Північній Атлантиці. У зразках вони виявили фрагменти генетичного коду від різних бактерій.

Завдяки тривалій і наполегливій роботі дослідникам вдалося виділити з цієї «мішанини» гени одного з типів архей, який учені назвали *Lokiarchaeota* — за ім'ям місця, де їх було виявлено.

Незабаром інші лабораторії виявили інші локіподібні археї, і разом вони утворили лінію із назвою «Асгардська архея», названу на честь міфологічної області, населеної норвезькими богами.

Тепер вчені уперше у світі змогли вивести древні організми в лабораторії, аби досліджувати їх детальніше. «тисне»

Для вирощування мікробів з глибоководних відкладень фахівці побудували біореактор, що імітує умови глибоководного гідротермального поля з високою концентрацією метану, і помістили туди зібрані по частинах археї.

Упродовж п'яти років дослідники чекали, поки мікроби, що зростають повільно, розмножаться у реакторі. Потім вони взяли зразки і помістили їх разом з поживними речовинами у скляні пробірки, які простояли ще рік, перш ніж подати ознаки життя.

Генетичний аналіз виявив ледве помітну популяцію *Lokiarchaeota*. Але і це було великим успіхом для дослідників, враховуючи примхливість цих організмів.

Хоча точне місце організмів у Дереві Життя залишається спірним, багато аналізів об'єднують архей і еукариот разом. Це може означати, що



якийсь далекий предок «астардців» дав початок усім еукариотам — всім, від панди до грибів портобелло.

## **Це робить Ш І небезпечнішим, ніж будь-яка зброя**



Американська компанія Open AI, що займається розробками у галузі штучного інтелекту, представила нову версію самонавчальної нейрон-мережі GPT-2.

Алгоритм роботи Ш І виявився настільки вражаючим, що творцям довелося відключити частину його функцій, а журналісти порівняли його потенційну небезпеку із справжньою зброєю.

Компанія Open AI створила нову версію генератора текстів, потенційно здатну створювати в промислових масштабах фейкові новини і небезпечний спам з ефективними клікбейтними заголовками.

Для навчання системи GPT-2 розробники використали вісім мільйонів веб-сторінок.

Для навчання системи GPT-2 розробники використали вісім мільйонів веб-сторінок.

Як стверджують розробники, вона здатна адаптуватися до стилю і змісту заданого фрагмента тексту — наприклад, закінчити вірш Шекспіра або дописати замітку, використовуючи одну початкову пропозицію.

Представники компанії заявили, що були змушені відключити частину функцій системи перед анонсом через можливості її використання у шкідливих цілях.

Журналістам вдалося протестувати «урізану» систему — після введення однієї пропозиції, вони отримали від штучного інтелекту цілком зв'язний осмислений текст, хоча в нім і вгадувався «машинний почерк».

«Це працює досить добре, щоб використати його в якості загальноного штучного інтелекту для генерації тексту. Я в жаху від GPT-2, тому що він є технологією, яку можна використати для маніпулювання населенням. На мою думку, це робить його небезпечнішим, ніж будь-яка зброя», — зазначив журналіст видання The Next Web Тристан Грін після тестування Ш І-алгоритму.

У перспективі технологія генерації тексту може використовуватися для створення книг на основі вже існуючих творів відомих авторів.

Дату релізи повнофункціональної версії GPT-2 не повідомлено.

## Маса і спін чорної діри

Астрономи вперше почули «дзвін» новоутвореної чорної діри.

Астрономи виявили, що характер цього сигналу дійсно передбачає масу і спін чорної діри, підтвердивши на практиці теорію Ейнштейна.

Коли ви удареєте дзвін молотком, він ще певний час дзвенить, оскільки метал продовжує резонувати.

Як з'ясувалося, коли одна чорна діра стикається з іншою чорною дірою, відбувається щось подібне, тільки замість звукових хвиль новоутворена чорна діра посилає гравітаційні — і вони поширюються по всьому Всесвіту.

Відповідно до Загальної теорії відносності Ейнштейна, у цих гравітаційних хвилях має бути закодована інформація про масу і спін чорної діри. Усі інші характеристики мають поглинатися найчорнішою дірою, тому їх не можна зафіксувати.

Тепер астрономи з Масачусетського технологічного інституту та інших наукових організацій уперше «почули дзвін» новоутвореної чорної діри і виявили, що характер цього сигналу дійсно передбачає її масу і спін, підтвердивши на практиці теорію Ейнштейна.

Як проводилося дослідження?

У своїй роботі дослідники аналізували дані 2015 року з детекторів гравітаційних хвиль LIGO і Virgo. Серед цих вимірювань був сигнал, спійманий від злиття двох надмасивних чорних дір. Коли дослідники прибрали шум і збільшили масштаб цього сигналу, виявилось, що він спочатку різко наростав, а потім так само різко знижувався. Потім астрономи перевели сигнал у звук. Тривалий час їм не вдавалося розділити цю гравітаційну хвилю на сплеск інтенсивності, що стався при зіткненні, і характерний сигнал новоутвореної чорної діри.

За допомогою комп'ютерного моделювання науковці показали, що такий сигнал, і насамперед його частина відразу після піку містить «обертони» — гучні недовготривалі тони.

Коли дослідники повторно проаналізували сигнал, з огляду на обертони, то виявили, що вони можуть успішно розділити гравітаційний сигнал на складові.

Зокрема, вони ідентифікували два різні тони, кожен з яких мав свою висоту і швидкість загасання. Підстановка цих характеристик у рівняння Ейнштейна дозволила вченим розрахувати масу і спін новонародженої чорної діри.

Ці розрахунки збіглися з результатами вимірювання маси і спіна чорної діри, виконаними раніше іншими дослідниками.

## Зміна думок учених про квазари

За останні 6 місяців кілька галактик типу Liner змінили своє випромінювання з тьмяного на над'яскраве, ставши квазарами.

За останні півроку шість галактик перетворилися з тьмяних космічних об'єктів на яскраві квазари.

Факт зміни класу галактик уразив науковців.

Центри галактик типу Liner мають низьку іонізацію ядерної емісії і є тьмяними. За 6 місяців вони посилили випромінювання аккреційного диску до яскравості квазарів — одних з найяскравіших об'єктів Всесвіту.

Думки вчених про причину таких змін розділилися.

Згідно з першою теорією, посилення світіння викликане аккреційним диском центральних чорних дір. Згідно з другою — це пов'язано з народженням нових зірок.

Очільник наукової групи астрономів Сара Фредерік з Університету Меріленд стверджує, що в галактиках типу Liner знаходяться спокійні чорні діри. Проте, вони знищують зірки, які наближаються до них занадто близько. Цей вибух перетворює галактику з тьмяної на квазар.

Раніше вчені вважали, що квазар формується з чорної діри упродовж декількох тисяч років, коли запускаються різні фізичні процеси в об'єктах. Нові дослідження показали, що це не так.

При цьому гіпотеза Сари Фредерік йде в розріз з сучасною теорією виникнення квазарів.

Згідно з останніми даними, квазари можуть з'являтися лише в масивних галактиках з активним процесом народження нових зірок. Проте в середньому галактики типу Liner створюють за рік об'єктів еквівалентом у 1,27 Сонця.

## Походження земного кисню



Земля відрізняється від інших більш-менш знайомих нам небесних тіл тим, що в її

атмосфері і гідросфері багато хімічно вільного кисню. Настільки багато, що ним навіть можна дихати.

В загальних рисах зрозуміло, як він туди потрапив: його виділяють рослини, для яких він є побічним продуктом фотосинтезу. Децю менш зрозуміло, чому його взагалі

так багато — у будь-якому вигляді.

Розв'язувати цю проблему спробувала група геохіміків з Німеччини.

Вчені відтворили ті умови, у яких знаходилися породи земної кори і верхньої частини мантії у часи формування планети мільярди років тому.

Заведено вважати, що в ті часи поверхня Землі була як мінімум частково розплавлена в результаті безперервного бомбардування астероидами

і кометами. У мантії Землі утворилися гарячі магматичні океани, які досягають глибини до 2500 кілометрів і містять окиснене двовалентне залізо (Fe). У своєму досліді вчені розплавляли залізовмісні породи і помістили їх під високий тиск — понад 20 гігапаскалів.

«Це еквівалентно розміщенню всієї маси Ейфелевої вежі на об'єкті розміром з м'яч для гольфу», — говорить Кетрін Армстронг, провідний автор дослідження.

З'ясувалося, що при такому тиску, який відповідає реальним умовам у верхній мантії, двовалентний оксид заліза нестабільний. Він розпадається на оксид тривалентного заліза ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) і вільне залізо. Останнє у рідкій магмі мало через короткий час потонути, що, ймовірно, призвело до формування земного ядра і магнітного поля.

А  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  залишився у приповерхневих шарах, що призвело до формування великих запасів кисню, який потім виділявся в атмосферу в результаті безлічі геологічних і біологічних процесів.

Треба зауважити, що FeO присутня в земній корі у вигляді мінералу в'юстита. При низькій температурі він вкрай нестабільний і тому зустрічається дуже рідко. Але те, що він нестабільний ще й при високому тиску, власне, і є новиною.

## Що відбувається з галактиками?



Всесвіт подає знаки. Відразу шість галактик раптово стали яскравішими, і вчені не знають чому.

Квазари — одні з найпотужніших об'єктів у відомому нам Всесвіті.

Астрономи намагаються з'ясувати, що відбувається з галактиками, одразу шість з яких перетворилися на квазари всього за півроку.

Ймовірно, аномалія пов'язана з активністю чорних дір.

Кілька місяців тому астрономи із США засікли найяскравіші спалахи надмасивної чорної діри Стрілець A\*, розташованої у центрі нашої галактики Чумацький Шлях.

Ця чорна діра є найближчою до нашої Сонячної системи, і відстань до неї становить приблизно 26 тис. світлових років.

Згідно з однією з версій, яскраве світіння пов'язане із зіркою, — газом хмарою S0–2, яка дуже наблизилася до Стрільця A\*, і чорна діра почала її пожирати. Через це збільшилась кількість радіації, яка створюється через гравітаційний вплив чорної діри на цей об'єкт і доходить до спостерігачів на Землі у вигляді яскравого світіння.

Але, як виявилось згодом, не тільки центральний об'єкт у нашій Галактиці з незрозумілих досі причин став яскравішим у кільканадцять разів.

Вчені з Університету Меріленд виявили, що за останні півроку значно яскравішими стали шість інших галактик типу Liner. Для цих галактик характерною є низька іонізація ядерної емісії і, відповідно, вкрай низька яскравість.

Однак, усього за шість місяців такі непримітні галактики перетворилися на квазари — одні з найяскравіших об'єктів у Всесвіті.

Квазари або квазі-зірки отримали свою назву через те, що астрономи плутали їх зі звичайними зірками.

Перебуваючи у доступному для нашого огляду космічному просторі, вони мали таку ж яскравість, але при цьому квазари розташовані набагато далі.

Якщо відстань до найближчої до нас зоряної системи Альфа Центавра становить близько 4,36 світлових років, то квазари можуть бути розташовані на відстані понад 10 млрд світлових років (один світловий рік = близько 9,44 трлн км). Це означає, що квазари випускають неймовірно величезну кількість енергії і є одними з найпотужніших об'єктів, відомих людині.

Вчені припускають, що в центрі квазарів розташовані найбільші надмасивні чорні діри, які пожирають інші об'єкти і навколо них створюється яскравий аккреційний диск.

Це область тертя, у якій гравітаційне зусилля знищує все навколо і виділяє величезну кількість енергії.

Поява одразу шести квазарів за такий короткий проміжок часу — доволі незвичайне явище, яке відбувається вперше в історії космічних спостережень.

«Спершу ми подумали, що спостерігали випадкове руйнування, яке відбувається, коли зірка підходить дуже близько до надмасивної чорної діри і зникає. Але пізніше ми виявили, що раніше спокійна чорна діра починає змінюватися, в результаті чого виходить яскравий квазар.

Спостереження за шістьма з цих переходів, усі з яких розташовані у відносно спокійних галактиках Liner, дозволяє припустити, що ми визначили абсолютно новий клас активного галактичного ядра», — пишуть автори дослідження.

Теоретично створення квазара має займати тисячі років, але згідно з новими спостереженнями це сталося практично миттєво за космічними мірками. Таке перетворення суперечить відомим людині законам формування зірок та інших космічних об'єктів.

Ймовірно, астрономи із США виявили абсолютно новий тип галактик, який може переписати теорії і припущення інших вчених про появу та існування квазарів.

Надалі автори відкриття хочуть з'ясувати, чому величезна кількість космічного матеріалу на зразок газу і пилу в різних галактиках різко почала поглинатися чорною дірою, формуючи потужні квазари.

## «Загибель» далеких галактик Всесвіту



Учені не можуть зрозуміти причину «загибелі» далеких галактик Всесвіту.

У самих крайніх областях Всесвіту галактики гине зіркостворення.

Астрономи хочуть знати, чому.

Перший в історії великий проєкт вивчення цього явища VERTICO спрямований на те, щоб визначити причини процесу різкої смерті галактик, подібних NGC 4330 в сузір'ї Діви.

Проєкт VERTICO використовує великий телескоп в Атакаме ALMA для картювання молекулярного водневого газу, з якого творяться нові зірки, щоб розкрити вбивство космічного масштабу.

Галактичні скупчення є найбільшими об'єктами у Всесвіті, в них знаходяться сотні або навіть тисячі галактик.

Величезні гравітаційні сили, присутні у скупченнях, розганяють галактики до величезних швидкостей, часто тисяч кілометрів за секунду, і перегрівають плазму між галактиками до температур, настільки високих, що вони починають випускати рентгенівське випромінювання величезної сили.

Проте, що саме гасить зіркостворення, поки що залишається за межами розуміння астрофізиків.

## Надсвітлове переміщення



Група вчених, що представляють Університет Чарлстона і Мічиганський технологічний університет, з'ясували, чому зміна яскравості гамма-спалахів спостерігається спочатку у «звичайному», а потім у зворотному порядку.

Як з'ясувалося, ефект, що нагадує повернення в часі, пояснюється рухом частинок швидших за світло, проте не порушує теорію відносності Ейнштейна.

Фхівці нагадують, що рух, швидший за швидкість світла, неможливий лише у вакуумі. Проте, при переміщенні у середовищі це не обов'язково так — фактична швидкість переміщення фотонів, виявляється, обмеже-

на показником заломлення, і якийсь об'єкт дійсно може «обігнати» світло подібно до того, як реактивний літак летить швидше звуку. Саме цим феноменом, зокрема, пояснюється випромінювання Вавилова-Черенкова, що й саме є одним з компонентів гамма-сплесків.

Фахівці припустили, що вибухи, які породжують гамма-сплески, відбуваються в хмарах газу, і розганяють частки гамма-випромінювання настільки, що ті рухаються швидше від світла і, з точки зору спостерігача, «обганяють час», приблизно як швидко запущений камінчик може обганяти кола на воді, а ті досягати протилежного берега «в зворотному порядку».

Дослідження було опубліковане в науковому виданні *The Astrophysical Journal*.

Хоча об'єкт з ненульовою масою не може розігнатися до швидкості світла у вакуумі, дехто з учених продовжують спроби подолати це обмеження.

Нещодавно американський учений Джозеф Агню з Університету Алабами виступив із припущенням, що досить перспективною концепцією в цьому відношенні є «міхур Алькуб'єрре» — стискання самого простору перед космічним кораблем і розширення його позаду нього.

Передбачається, що маніпуляція самою «тканиною» простору-часу гіпотетично могла б дозволити міняти свої координати як завгодно швидко і не стикаючись з такими ефектами, як уповільнення часу.

Втім, більшість учених вельми скептично ставляться до будь-яких проектів над-світлового переміщення.

## **Таємниця зникнення цілих галактик**

Вчені проекту VERTICO вважають, що їм вдалося наблизитися до розгадки таємниці зникнення цілих галактик, які знаходяться у найбільш екстремальних областях Всесвіту.

Вирішити це завдання має допомогти принципово нова програма, учасниками якої стали понад три десятки визначних фахівців.

Для проведення цього дослідження вчені скористалися революційним обладнанням, у тому числі Великим міліметровим телескопом ALMA, який дозволяє вивчати найбільш холодні об'єкти.

В результаті запланованої роботи вчені розраховують остаточно розгадати таємницю загибелі цілих галактик у найвіддаленіших областях Всесвіту.

Над розгадкою цієї проблеми наука б'ється вже досить давно.

Сьогодні, приміром, існує гіпотеза, згідної з якою розташування гравітаційно зв'язаних між собою зоряних систем може впливати на здатність утворення нових об'єктів.

Але яким саме чином відбувається цей процес, залишається таємницею.

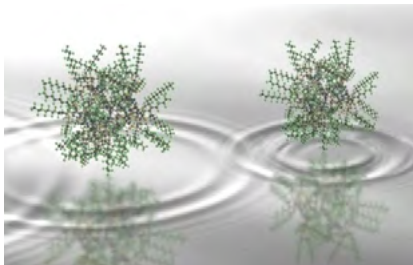


Повідомляється, що в галактичних скупченнях, які заведено вважати найбільш масивними сферами вселенського простору, знаходиться невідома науці неймовірно величезна кількість галактик. У цих областях діють колосальної потужності гравітаційні потоки, які розганяють галактики до надшвидкостей, що призводить до розігрівання

плазми між галактиками до екстремальних значень, що й змушує низку об'єктів випромінювати рентгенівські промені.

Знайти підтвердження цієї теорії або виявити ознаки нових ймовірних причин загибелі цілих галактик, учасники проекту VERTICO планують саме за допомогою нового чилійського телескопа, на створення якого було витрачено величезні ресурси.

## Стан суперпозиції молекули



Фізики вперше занурили дві тисячі атомів у стан суперпозиції і утримували їх упродовж семи мілісекунд.

Принцип суперпозиції — відмінна риса квантової теорії, яка впливає з одного з найфундаментальніших рівнянь квантової механіки — рівняння Шредінгера. Воно полягає у тому, що квантові системи виявляються спроможними пере-

бутувати не лише у двох протилежних станах — для простоти назвемо їх «0» і «1», — а й у третьому, що поєднує попередні два.

Досліджувати цей принцип виявилось найзручніше на елементарних частках — фотонах, електронах і нейтронах.

Потім учені поставили аналогічні досліди на атомах: виявилось, що вони також можуть перебувати у суперпозиції.

Складнішим виявилось перевести у суперпозицію молекули.

У попередніх роботах ученим вдалося зробити подібне зі сполукою, що має значення молекулярної маси у кілька сотень дальтон.

Новий рекорд поставили науковці з Віденського університету. Їм вдалося застосувати принцип суперпозиції до молекули масою у 25 тисяч дальтон. Вона має формулу  $C_{707}H_{260}F_{908}N_{16}S_{53}Zn_4$  і складається з понад 40 тисяч протонів, нейтронів і електронів.



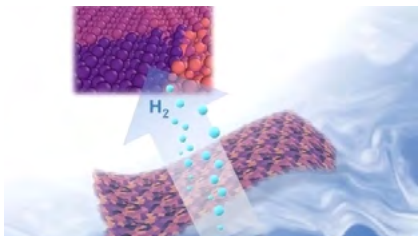
Щоб така молекула була стабільною, дослідники скористалися спеціальними методами синтезу. Потім вони сформували надтонкий «промінь» із цих молекул у надвисокому вакуумі.

Для аналізу сполук, що вийшли, у Відні було створено спеціальний інтерферометр завдовжки понад два метри. За словами авторів дослідження, отримані в ході експерименту результати повністю узгоджуються з квантовою теорією.

У цих експериментах молекули залишалися у суперпозиції понад сім мілісекунд — достатньо довго, аби вважати стан стабільним.

За словами фахівців, їхні дослідження відкривають шлях кільком альтернативним квантовим теоріям, які в перспективі можуть поєднати закони макроскопічного і квантового Всесвіту.

## Каталізатор для дешевого виробництва водню



Американські хіміки з Тихоокеанської північно-західної національної лабораторії та університетів штатів Орегону та Вашингтона протестували молибден та дифосфід молибдену в якості каталізатора для отримання водню з води. Нова розробка виявилася ефективнішою навіть за визнаних лідерів у цьому напрямі — каталізаторів на основі платино-складових сполук.

Водень — це найлегший елемент у Всесвіті. До того ж, він абсолютно екологічний, через те, що кінцевий продукт його горіння — лише звичайна вода. Але на Землі водень найчастіше існує в суміші з іншими елементами, а значить, його потрібно одержувати хімічним шляхом.

Щоб використовувати чисту енергію водню для енергетичних та інших цілей, дослідники вивчають доступні способи виробництва та зберігання цього газу.

Найпоширеніший процес одержання водню — електроліз водних розчинів солей. Розчин солей, що мають у своєму складі катіон сильної основи та аніон сильної кислоти, здатні виділяти при своєму електролізі водень і кисень. Але недолік цього процесу в тому, що для його протікання необхідно використовувати дорогий каталізатор на основі платинових металів та велику кількість електроенергії. Тому вчені в усьому світі прагнуть розробити ефективніший та менш витратний спосіб виробництва цього газу, який дозволив би вивести водневу енергетику на новий рівень.

Дешеве виробництво водню могли б забезпечити ферментативні реакції. Але процес ферментації йде повільно, його вихід низький, а потім продукту вимагає дорогавартісного очищення від побічних продуктів.

На сьогодні існують мікробні електролізні клітинки, які використовують бактерії, щоб виробляти водень. Однак їх створення також дороговартісне через використання платинової основи.

Автори нової роботи розробили каталізатор для мікробних клітинок, покликаний замінити платино-складові сполуки та знизити собівартість кінцевих продуктів реакції.

Вчені створили гібридну конструкцію, в якій ферментація та електроліз відбуваються разом, а не на окремих етапах, навіть побічні продукти витрачаються в процесі, а не накопичуються у середовищі.

Каталізатором є фосфід молібдену. Насправді цей матеріал складається з двох фаз — монфосфіда та дифосфіда. Дифосфід у цій системі «відділяв» атоми водню від молекул води, а монофосфід сполучав атоми найлегшого елемента в молекулі.

Дослідники провели свої експерименти у нейтральних умовах рН, як у гібридній клітині з використанням стічних вод, так і в іншому лабораторному реакторі, з використанням морської води. Виявилося, що метод дозволяє надійно отримувати водень із води практично у будь-яких водних середовищах та буде набагато дешевше використання платино-складових сполук.

Останнім часом, незважаючи на бурхливий розвиток відновлюваних джерел енергії та систем її збереження, у деяких сферах розумніше використовувати саме водневе паливо. Це стосується, наприклад, далеких перевезень або сталеливарного виробництва. Крім того, виробництво водню може стати рішенням для країн, які не мають відповідних умов для розвитку сонячної або вітрової енергетики. І навіть аналітики Міжнародного енергетичного агентства нещодавно заявили, що важливою частиною світової енергосистеми стане саме водень.

## Пошук причини спостережуваної загибелі галактик

Астрономи дещо відкрили таємницю загибелі галактик.

Команда канадських учених повністю досліджувала 51 галактику у скупченні Діви у пошуках молекулярного водню — газу, з якого виникають нові зірки.

Про це повідомляє New York Post з посиланням на результати дослідження вчених.

Проект під назвою VERTICO має своїй на меті вивчити взаємодію галактик з оточенням — основний чинник, що впливає на їхню здатність утворювати зірки.

Астрономи намагаються з'ясувати причини, з яких зірко-утворення у деяких районах Всесвіту почало припинятися.

У дослідженнях використовується масив телескопів ALMA — найбільший з існуючих наземних астрономічних проєктів. Він є набором ра-

діоприймачів на висоті 5000 метрів у пустелі Атакама на півночі Чилі й ідеально підходить для вивчення хмар щільного холодного газу, з якого формуються нові зірки.

Відомо, що гравітаційні сили прискорюють рух галактик до величезних швидкостей і перегрівають плазму між галактиками до температур, настільки високих, що вона світиться у рентгенівському діапазоні. Сильна взаємодія галактик зі своїм оточенням і одна з одною можуть погасити їх зіркоутворення.

Для досить масивної галактики припинення утворення нових зірок рівносильне смерті, оскільки вона у швидкому, за космічними мірками, часі починає втрачати джерела енергії і уся маса поступово перетворюється на квазар.

На даний момент команда вчених повністю досліджувала 51 галактику у скупченні Діви — найближче до нас масивне скупчення галактик, яке знаходиться у процесі формування, що дозволяє отримати його знімки на різних стадіях життєвого циклу.

Галактики у скупченні Діви спостерігалися практично на всіх довжинах хвиль у електромагнітному спектрі, але виявити сліди молекулярного водню — газу, з якого виникають нові зірки, — астрономам не вдалося.

Дослідження сусідніх кластерів зірок тривають так само, як і пошук причини спостережуваної загибелі галактик.

## Шматок м'яса вдалося виростити у космосі



Експеримент вдався: у космосі на 3d-принтері надрукували шматок м'яса.

Шматок м'яса вдалося виростити у космосі групі вчених.

Експеримент, що припускає вирощування живих тканин на орбіті, належить ізраїльській компанії.

Виростити м'ясо в космосі науковцям вдалося уперше, передає The Guardian. Експеримент провела ізраїльська компанія Aleph Farms, що спеціалізується на харчових технологіях.

М'ясо вдалося виростити на висоті 339 кілометрів від будь-яких природних ресурсів.

Зразки телячих клітин на МКС доставили із Землі. Саме з них, застосовуючи біологічний друк, науковцям і вдалося виростити невеликі м'язові тканини.

Під час експерименту було відтворено природний процес регенерації м'язових тканин усередині тіла корови.

Експеримент стартував 26 вересня у російській частині МКС. М'язові тканини були побудовані на спеціальному 3d-принтера в умовах мікрогравітації.

В майбутньому подібна технологія може бути використана для виготовлення м'яса для людей, які живуть на космічній станції.

## Створення Всесвіту вдалося штучно



Ученими розроблені вірогідні сценарії утворення галактик при різних температурах темної матерії.

Зазначається, що передбачувану вірогідність виникнення Всесвіту на самій ранній стадії вираховували фахівці Кембріджського і Принстонського університетів, а також їхні колеги з Массачусетського технологічного інституту.

Отже, було запропоновано три варіанти виникнення.

Перший свідчить, що в результаті Великої вибуху утворилася сферична структура, що простягається на десятки мільярдів світлових років.

Зазначається, що темна матерія є холодною субстанцією і у свою чергу складається з часток, що рухаються. Останні ж не вступають у взаємодію зі звичайною матерією, окрім гравітаційних ефектів.

Моделювання також показало, що галактики у Всесвіті виглядали б як ореоли.

Що ж до другого варіанту, то вчені визначили, що галактичні структури за наявності теплої темної матерії мали б витягнуту форму, яка нагадувала б нитки.

А ось третій варіант свідчить, що темна матерія являє собою деяку нечітку структуру, яка складається з надлегких часток. Її природа розпливчаста, до того ж, — то тепла, то холодна.

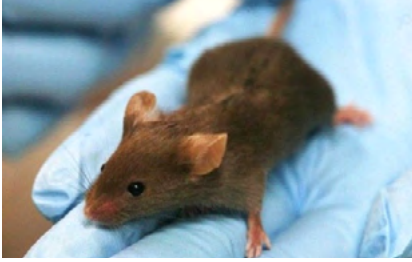
У даному випадку ранні галактики мали б вигляд смугастих ниток, а також з яскравими точками, що в них змінюються темними.

## Змогли оживити мозок миші

Учені в Японії змогли оживити мозок миші через місяць після смерті.

Вчені з Центру досліджень динаміки біологічних систем Riken в Японії за допомогою нової методики змогли підтримувати тканини мертвого мозку миші живими і функціонуючими упродовж майже місяця.

Про це повідомляє Naked Science.



Під час експерименту вчені використали спеціальний мікрофлюїдний пристрій, який допоміг зволочити і запобігти висиханню тканин, експлантованих з мозку миші, але при цьому підтримувати зволоження на оптимальному рівні.

Учені довели, що тканини не треба залишатися постійно зануреною в рідину — вона могла отри-

мувати поживні речовини з вологого середовища.

Як показали результати дослідження, тканини можуть залишатися живими впродовж понад 25 днів.

На 25-й день вони зберегли приблизно 97 % первинної активності, зазначили вчені.

При цьому контрольний зразок втратив активність через 10 днів.

## Найдревніші форми складного життя

Учені Фуцзяньського педагогічного університету в Китаї виявили у Західній Австралії сліди найдревнішої форми складного життя, що існує на суші.

Вік організму, який належить до слимаків, оцінюється майже в два мільярди років.

Про це повідомляється у прес-релізі на Phys.org.

Скам'янілістю *Mухomito desstirlingensi* є слід у формі шпильки, який було виявлено у скелях австралійського хребта Стерлінг.

Спочатку вважалося, що його могло залишити або морська тварина, наприклад, черв'яки або велетенські раковини амебоїди роду *Gromia*, або природне явище (бульбашки газу).

Проте результати нового дослідження показали, що найбільш вірогідним кандидатом є слимаки типу Міксоміцети (*Мycetozoa*), які жили на суші у палеопротерозойську еру (2,5–1,6 мільярда років тому) разом з ціанобактеріями і мікроскопічними грибами.

Хоча слимаки не є багатоклітинними організмами, вчені вважають, що *Mухomito desstirlingensi* міг зробити внесок у розвиток багатоклітинних організмів.

*Mycetozoa* — амебоподібний організм, що мешкає у ґрунті і полює на бактерії та інші мікроорганізми.

В умовах дефіциту мінеральних речовин Міксоміцети формують псевдоплазмодій — багатоядерне вегетативне тіло, здатне до активного пересування. Після цього воно утворює споро-носіння, що нагадує плодові тіла грибів.

Через деякий час оболонка споро-носінь розривається, випускаючи спори.

## Про найдавнішого предка людини



Вчені зробили відкриття на підтвердження еволюційної теорії.

Вченим вдалося виявити рештки стародавньої тварини, яка може пояснити, яким чином хребетні вийшли на сушу. При цьому скам'янілості у прекрасній формі, що дозволить повністю відтворити скелет, отже, заповнивши ще одна прогалина у теорії еволюції.

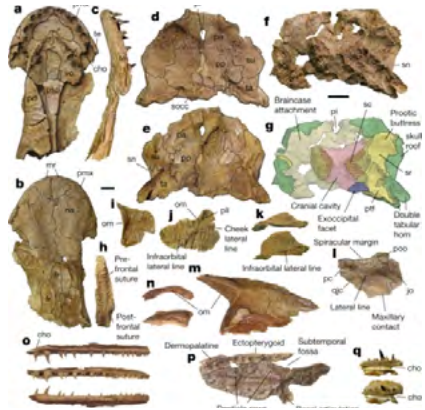
Сенсаційну знахідку зробила міжнародна група дослідників в республіці Комі (РФ), про це пише журнал Nature.

Рештки належать одному з ранніх представників тетраподів — групі тварин, які забезпечили вихід з води на сушу. Отже, вони стали предками амфібій, рептилій, птахів, ссавців, у тому числі і людини.

До цього часу вчені могли судити про тетраподів лише за фрагментарними залишками, які виявляли час від часу. Це не дозволяло зрозуміти, що собою являла ця група тварин. Вони мешкали на Землі близько 393 мільйонів років тому.

Дослідники відзначають, що поява тетраподів стала однією з ключових подій в історії хребетних тварин. Тетрапода назвали *Parmastega aelidae*.

Всього було знайдено і отпрепаровано понад 100 екземплярів кісток Пармастеги, які чудово стикаються між собою, що дозволило створити тривимірну реконструкцію черепа, нижньої щелепи і плечового пояса цієї тварини, роблячи його найдавнішим тетраподом, вигляд якого може бути коректно відновлений.



Вчені виявили предка усіх наземних тварин у Росії (фото: [nature.com](http://nature.com))

При цьому, в зібраній колекції присутні залишки як дорослих, так і молодих особин. Довжина голови найбільшого екземпляра становить

27 см. Пармастега віддалено нагадує крокодила, але її очі були над головою, а паща була зігнута так, що була схожа на посмішку, або ж оскал, оскільки паща була повна величезних зубів.

Дослідники припускають, що тварина більшу частину часу проводила, плаваючи біля поверхні з висунутими з води очима. Приблизно так само поведуться крокодили під час полювання. Вчені припускають, що вона могла полювати на великих багатоніжок або ракоскорпіонів, які мешкали у прибережній зоні.

## **Які дослідження змінили наше розуміння Всесвіту**

Людина тільки почала досліджувати Всесвіт, але вже знайшла багато незрозумілого і суперечливого.

Коротко:

- що таке нейтронні зірки, пульсари, квазари і магнетари;
- чому астрофізики спростовують відкриття своїх колег;
- які дослідження змінили наше розуміння Всесвіту.

Вивчення Всесвіту допомогло вченим зрозуміти незначну частину процесів, які відбуваються у нескінченному просторі навколо Землі. Проте, навіть це розуміння може бути неправильним, оскільки з кожним роком вчені заходять дедалі глибше у своїх дослідженнях і руйнують достовірність праць попередників. На жаль чи на щастя, це — єдиний шлях до розгадки хоча б деяких основних загадок Всесвіту для нас.

З огляду на це, наводимо кілька найцікавіших відкриттів у астрофізиці за останній час.

Магнетари — об'єкти з найсильнішим магнітним полем у відомому нам Всесвіті. Це поле може бути у квадрильйон разів сильніше, ніж магнітне поле нашого Сонця. При цьому, діаметр магнетарів — близько 20–30 км. Простіше кажучи, магнетари є дуже сильно намагніченими пульсарами, які випромінюють потужні спалахи рентгенівського і гамма-випромінювання.

До недавнього часу вчені вважали, що магнетари з'являються через так званий ефект динамо: якщо під час народження нейтронної зірки вона обертається дуже швидко (близько 1000 оборотів за секунду) це може створити надпотужне магнітне поле.

Ефект динамо також припускав, що спалахи наднових повинні бути сильнішими і випромінювати більшу кількість енергії, на відміну від тих спалахів, після яких утворюються звичайні нейтронні зірки.

Нещодавно астрофізики з Університету Амстердама опублікували дослідження, яке суперечить попереднім теоріями про формування магнетарів.

Вчені проаналізували залишки від супернових спалахів, після яких з'явилися магнетари. Всього відомо 10 таких спалахів, однак лише три з них випускали достатню кількість радіоактивного випромінювання, щоб їх можна було досліджувати детально.

Після встановлення складу газів у цих спалахах астрофізики визначили, що наднові зірки, з яких сформувалися магнетари, важили у 20–30 разів більше за Сонце. Це йде врозрід з ефектом динамо, згідно з яким магнетари утворюються після вибуху набагато важчих зірок.

Згідно з новим дослідженням, магнетари мають «потужне магнітне поле». За словами вчених, якщо їх магнетари і звичайні нейтронні зірки з'являються після наднових спалахів однакової потужності — справа у вихідній силі магнітного поля зірки. Якщо цей показник буде високим — він збережеться і під час її вибуху, роблячи нейтронну зірку магнетаром.

Незважаючи на те, що нові дані астрофізиків із Нідерландів про появу магнетарів суперечать попереднім, вчені не відкидають ідею з ефектом динамо і кажуть, що ці теорії можуть доповнювати одна одну. Поки що відомо лише 10 наднових спалахів, після яких з'явилися магнетари, і лише три з них можна досліджувати. Тому, вченим потрібно більше інформації для точного підтвердження або спростування існуючих теорій. Зараз, наприклад, їм належить з'ясувати, чому однакові зірки можуть мати дуже потужні та слабкі магнітні поля.

У світі астрофізики це далеко не єдина суперечливість, яка допомагає вченим прийти до істини. У зв'язку з цим, представляємо кілька загадок Всесвіту, до розгадки яких ми наблизилися останнім часом.



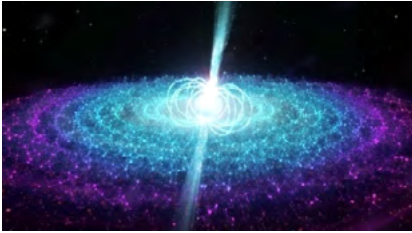
**Нейтронні зірки** — це дуже щільні космічні об'єкти, діаметр яких становить від 10 до 20 км, а маса приблизно дорівнює масі Сонця. Нейтронні вони, бо їхня серцевина в основному складається з нейтронів — важких елементарних частинок без електричного заряду.

Як і чорні діри, нейтронні зірки є кінцевим етапом еволюції деяких звичайних зірок і з'являються внаслідок їх вибуху — наднового спалаху. В результаті від зірки залишається лише дуже важкий, щільний і невеликий об'єкт, власне — нейтронна зірка. Якщо нейтронна зірка ще й обертається — її називають пульсаром. Якщо ж нейтронна зірка має дуже сильне магнітне поле, нейтронна зірка стає магнетаром.

## Неможлива нейтронна зірка

Поки астрономи з Університету Вірджинії не зробили свого відкриття влітку 2019 року, інші вчені вважали, що маса всіх нейтронних зірок приблизно дорівнює масі Сонця. Передбачалося, що якщо нейтронна зірка буде важити у кілька разів більше за Сонце — вона зруйнується через надзвичайну щільність енергії всередині маленького об'єкта.





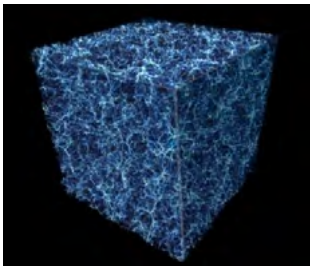
Але американські дослідники недавно знайшли об'єкт J0740 + 6620 — пульсар з діаметром приблизно в 30 км, який важить у 2,17 разів більше за Сонце. Через те, що цей пульсар мілісекунди — обертається кілька сотень разів за секунду, — вчені змогли виміряти його вагу завдяки ефекту Шарпію.

Цей ефект передбачає гравітаційну затримку сигналу і вимірювання ваги пульсара за допомогою вимірювання частоти його обертання у двійковій системі — пульсар і білий карлик на його орбіті. Радіохвилі, які виходять з магнітних полюсів пульсара, піддаються гравітаційному впливу білого карлика. У певні моменти, коли білий карлик рухається навколо пульсара, він наближається до прямої, яка дозволяє з'єднати спостерігача на Землі з Пульсаром, а точніше — радіохвилями від його обертання.

Раніше вчені знаходили пульсари PSR J2215 + 5135 і PSR B1957 + 20, маса яких становила нібито у 2,27 і у 2,4 рази більше, ніж маса Сонця. Але, ці показники отримали за допомогою радіальної швидкості, виведеної зі спектра, що є менш надійним методом, ніж ефект Шарпію.

«Нейтронні зірки так само загадкові, як і чарівні. Ці об'єкти розміром з місто є, по суті, гігантськими атомними ядрами. Вони настільки масивні, що їхні нутроші набувають дивних властивостей. Виявлення максимальної маси, яку дозволяють фізика і природа, може багато чого навчити нас у цьому інакше недоступному царстві астрофізики», — говорили автори відкриття рекордної за масою нейтронної зірки.

## Виявлення структури Всесвіту



Якщо нові дослідження про нейтронні зірки спростовують попередні гіпотези, то свіжа робота астрофізиків з Японії, Європи і США підтверджує загальноприйнятую теорію про існування найбільшої структури Всесвіту — галактичних ниток або філаментів, які з'явилися невдовзі після Великого вибуху і об'єднують різні галактики.

Ці філаменти складаються з газоподібного водню, і є живильними трубопроводами для всіх спостережуваних нами галактик. На їх перетині, ймовірно, з'являються найважчі об'єкти у відомому нам Всесвіті — надмасивні чорні діри. Отже, галактичні нитки — це найбільша структура, яка є джерелом

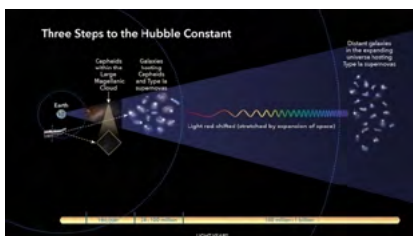
життя для чорних дір і, відповідно, усіх інших космічних об'єктів. Звичайно, тільки в теорії.

На практиці галактичні нитки не вдавалося побачити, оскільки вони дуже темні, і у вчених були лише непрямі докази їх існування, незрозумілого спотворення світла від далеких галактик. Але, завдяки спектрометру MUSE, встановленому на телескопах VLT у Чилі, астрофізики вперше засікли величезні філаменти.

Ультрафіолетове випромінювання дозволило побачити процес іонізації нейтрального газоподібного водню, яке також називають випромінюванням Лайман-альфа. Знайдені філаменти пов'язували галактики у кластері SSA22 у сузір'ї Водолія, і вони простягаються у довжину на відстань у три мільйони світлових років (понад один мегапарсек). Оскільки виявлені галактичні нитки розташовані на відстані приблизно в 12 млрд світлових років від нас, це підтверджує, що вони сформувалися відразу після Великого вибуху.

За підрахунками вчених, не менше 60 % газу у Всесвіті має перебувати саме в таких філаментах. Тож, виявлення галактичних ниток також може стати відправною точкою для вирішення проблеми браку матерії у Всесвіті. «Спостереження найбільш темних і великих структур у Всесвіті є ключем до розуміння того, як Всесвіт еволюціонував у часі, як галактики розвиваються і дозрівають, і як середовище, що змінюється навколо галактик, створило те, що ми бачимо зараз», — писали астрофізики.

## Нова постійна Хаббла



У цьому дослідженні сучасні астрофізики наважилися виправити одне з найважливіших відкриттів у дослідженні космосу, яке належить американському астроному Едвіну Хаббллу.

На початку минулого століття Хаббл визначив, що космічні об'єкти, які знаходяться на більшій відстані від нашої планети, віддаляються від нас швидше, ніж ті, які розташовані поблизу. Саме цей парадокс і називається розширенням Всесвіту, а швидкість цього розширення назвали константою Хаббла.

До серпня 2019-го константа Хаббла становила 67,4 (км/с) / мегапарсек (один парсек = 3,26 світлових років або 30,8 трлн км). Це підраховували вчені з Європейського космічного агентства (ESA) за допомогою телескопа Planck.

Астрофізики, які аналізують дані з телескопа Hubble, названого на честь того самого Едвіна Хаббла, вирішили перевірити точність цієї

постійної. В якості вимірювального приладу науковці використовували скупчення зірок-цефеїд у Великій Магеллановій Хмарі на відстані близько 7 тис. світлових років від нас. Для цих зірок характерним є постійне мерехтіння, за допомогою якого можна ще раз виміряти швидкість розширення Всесвіту, і яке є альтернативою Хаббловського методу вимірювання цього показника, що засноване на так званому реліктовому випромінюванні.

Підрахунки, виконані на частоті мерехтіння цефеїд показали, що постійна Хаббла становить 73,4 (км/с)/мегапарсек. Однак і це значення може бути неправильним. Річ у тім, що цефеїди можуть бути менш, або більш яскравими у різні періоди свого існування, що додає більше невідомих у рівняння, за допомогою якого можна розрахувати швидкість розширення Всесвіту.

Астроном з університету Чикаго і член однієї з команд, які аналізують дані з телескопа Hubble, Барр Мадор заявив, що вони знайшли ще один спосіб уточнити постійну Хаббла — вимірювання мерехтінь Червоних гігантських зірок.

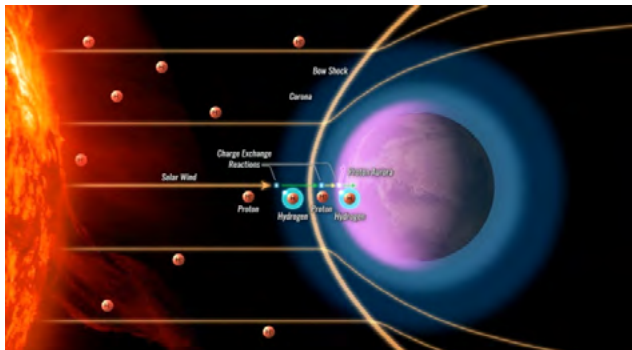
Слід зазначити, що ці зірки є однаково яскравими наприкінці свого існування, що спрощує спостереження за ними із Землі.

Нові дані можуть підтвердити, що упродовж десятків років константа Хаббла була неточною і вчені неправильно вимірювали відстані до найвіддаленіших об'єктів у Всесвіті.

## Невідома сила на краю Сонячної системи

Відкриття стало можливим завдяки забутим зондам Voyager-1 і Voyager-2, які було запущено ще наприкінці 1970-х років, а минулого року вони подолали межі Сонячної системи. Зараз Voyager-1 знаходиться на відстані у 147,5 астрономічних одиниць (а.о.) від Землі (22 млрд км), а Voyager-2—122 а. о. (18 млрд км).

Це робить їх найвіддаленішими штучними космічними апаратами від Землі, які досліджують глибокий космос.



Проаналізувавши дані про швидкість сонячного вітру на краю Сонячної системи, які надіслали ці зонди, вчені визначили, що тиск у цьому регіоні набагато вищий, ніж передбачалося раніше. Ви-

явилось, що в геліосферній мантії ударна хвиля від Сонця поширюється зі швидкістю близько 300 км за секунду. Це, приблизно, у тисячу разів швидше, ніж швидкість сонячного вітру в повітрі.

Геліосфера — це величезна куля навколо Сонячної системи, яка закінчується за кілька мільйонів кілометрів після Плутона. Межі геліосфери — геліопауза — одночасно є межами Сонячної системи з міжзоряним простором.

До отримання даних від зондів Voyager вчені вважали, що ближче до краю Сонячної системи тиск (викликаний частинками іонів та електронів, які нагріваються і прискорюються за рахунок магнітних полів, створюючи сонячний вітер) потихеньку знижується, і вивірнюється за рахунок зустрічного тиску з міжзоряного простору, який створюють інші зоряні системи. Під час більшої сонячної активності, коли наша зірка викидає більшу кількість плазми, тиск у геліосфері зростає, так само, як і знижується під час меншої активності Сонця.

Виходить, що прямо перед своєю загибеллю легендарні зонди Voyager заплутали вчених ще більше, змусивши їх шукати інші чинники, через які тиск так далеко від Сонця все одно зростає. Цими факторами можуть бути: вплив частинок, магнітні сили або космічні об'єкти, про які поки що не знають астрофізики і, відповідно, не враховують їх у своїх розрахунках.

«Питання про те, чому космічні промені поведуться по-різному всередині та зовні геліосфери, залишається відкритим», — говорили автори дослідження.

## Новий тип галактик



Ну і, наостанок, одне з найзагадковіших відкриттів у дослідженні Всесвіту за останній час: кілька місяців тому астрономами з Мерілендського Університету виявили, що відразу шість галактик типу LINER, для яких характерною є низька іонізація ядерної емісії і, відповідно, вкрай низька яскравість, перетворилися на квазари — найяскравіші об'єкти у Всесвіті.

Квазари або квазі-зірки отримали свою назву завдяки тому, що астрономами плутали їх зі звичайними зірками. Перебуваючи у доступному для нашого огляду космічному просторі, вони мали таку саму яскравість, як і зірки, але при цьому були розташовані набагато далі. Будучи на відстані понад 10 млрд світлових років від нас, світло від квазарів все одно видно із Землі. Це означає, що квазари

випускають неймовірно величезну кількість енергії і є одними з найпотужніших об'єктів, відомих людині.

Найімовірніше, у центрі квазарів розташовані найбільші надмасивні чорні діри, які пожирають інші об'єкти і навколо них утворюється яскравий аккреційний диск, — область тертя, де гравітаційне зусилля знищує все навколо і виділяє величезну кількість енергії.

Поява відразу шести квазарів за такий короткий проміжок часу — вкрай незвичне явище, яке відбувається вперше в історії космічних спостережень.

«Спершу ми подумали, що спостерігали випадкове руйнування, яке відбувається, коли зірка підходить надто близько до надмасивної чорної діри і зникає. Але згодом виявили, що чорна діра, яка раніше перебувала у стані спокою, починає змінюватися, в результаті чого виходить яскравий квазар. Спостереження за шістьма з цих переходів, які розташовані у відносно спокійних галактиках LINER, дозволяє припустити, що ми визначили абсолютно новий клас активного галактичного ядра», — писали автори відкриття.

У теорії, утворення квазара має займати тисячі років, але нещодавні спостереження продемонстрували, що це може статися моментально за космічними мірками. Таке перетворення суперечить відомим людині законам формування зірок та інших космічних об'єктів.

Не виключено, що астрономи із США виявили абсолютно новий тип галактик, який може перекреслити теорії та припущення інших учених про появу й існування квазарів.

Надалі автори відкриття хочуть з'ясувати, чому величезна кількість космічного матеріалу на зразок газу і пилу в різних галактиках стали різко поглинатися чорною дірою, формуючи потужні квазари.

## Відновлення життя на Землі після зникнення динозаврів



Фото: з відкритих джерел

Головним фактором укрупнення ссавців стало зникнення динозаврів.

Палеонтологи встановили, що після масового вимирання динозаврів світ відновився напрочуд швидко.

Про висновки, що ґрунтуються на вивченні величезної кількості скам'янілих викопних рештків тварин, знайдених на території штату

Колорадо у США, науковці повідомили у статті «Вихід з тіні динозаврів», опублікованій у журналі Science.

Вчені підтвердили загальноприйняту теорію про те, що динозаври вимерли близько 66 млн років тому в результаті глобальної катастрофи. Вважається, що її викликало падіння на Землю гігантського астероїда, який врізався в поверхню на території сучасної Мексики. Падіння утворило величезну хмару, яка довго висіла над поверхнею, не пропускаючи сонячних променів. Через це загинули великі тварини і багато видів рослин — вимерли понад три чверті видів.

Проте життя незабаром повернулося. Тварини досить швидко, за мірками еволюції, збільшилися у розмірах.

У дослідженні повідомляється про сотні скам'янілостей ссавців, що представляють 16 видів, і понад 6000 скам'янілостей рослин.

Встановлено, що незабаром після катастрофи планету вкрили папоти, а найбільший ссавець тоді був розміром зі щура.

Однак уже приблизно через 100 тис. років у лісах переважали пальми, і ссавці виростили до розміру енотів і стали майже такими ж великими, як до падіння метеорита.

А вже через 300 тис. років у царстві рослин правили бал дерева роду горіхових, а найбільші ссавці виростили до розмірів бобра і, до речі, харчувалися цими ж рослинами.

Через 700 тис. років з'явилися перші бобові рослини. І на цей же період припадає поява двох найбільших ссавців розміром з вовка. Вони важили в середньому 50 кг, що у 100 разів перевищувало середню вагу ссавців одразу після катастрофи.

Дослідники вважають, що головним фактором укрупнення ссавців стало зникнення динозаврів. Вони залишили порожньою величезну екологічну нішу.

Останні шерстисті мамонти вимерли на острові Врангеля у Північному Льодовитому океані 4 тис. років тому.

## **Спростовано гіпотезу Чарльза Дарвіна**

Вченим вдалося спростувати головну гіпотезу Дарвіна.

Вчені Університетського коледжу Лондона та Інституту структурної і молекулярної біології у Великій Британії спростували гіпотезу Чарльза Дарвіна про те, що перші клітини виникли у дрібних теплих водоймах

На думку дослідників, життя могло зародитися у глибоководних гідротермальних джерелах. Зазначається, що вченим вдалося відтворити середовище поблизу гідротермальних жерл на дні океану, використовуючи довголанцюгові амфіфільні сполуки, які мають одночасно гідрофільні та гідрофобні властивості.

Дарвін же писав, що організми могли виникнути у невеликому ставку, що містить усі необхідні речовини. Наразі такий процес неможливий, оскільки всі складні органічні речовини миттєво поглинаються вже існуючими живими істотами.



## Результати суперечать гіпотезі рідкісної Землі

Міжнародна група учених з'ясувала, що місце розташування Юпітера у Сонячній системі відіграло одну з ключових ролей у формуванні життя на Землі. Газові гіганти, займаючи певні орбіти, стабілізують траєкторії інших планет, створюючи оптимальні умови для появи організмів.

Дослідники змоделювали різні орбіти Юпітера, щоб подивитися, як газовий гігант вплине на витягнуту (ексцентриситет) орбіту Землі.

Якби ексцентриситет орбіти Землі дорівнював ексцентриситету орбіти Меркурія, то планета підходила б до Сонця ближче за Венеру, а віддалялася б до орбіти Марса, що зробило б життя на ній неможливим.

Дехто з учених вважав, що у різних планетних системах орбіти планет можуть бути абсолютно різними, а в Сонячній системі — найоптимальнішими для життя.

У трьох чвертях симуляцій упродовж 10 млн років Сонячна система розпадалася, оскільки Юпітер робив орбіти інших планет нестабільними, викидаючи небесні тіла в далекий космос або зіштовхуючи їх одне з одним. У чверті моделей Земля залишалася придатною для життя.

За словами астрономів, результати суперечать гіпотезі рідкісної Землі, згідно з якою умови, що сприяють появі живих організмів, є унікальними у Всесвіті.

Більшість планет, які знаходяться на оптимальному видаленні від рідкої зірки, повинні мати відповідний ексцентриситет і є потенційно населеними.

## Про рівень Світового океану

Стало відомо, яким був рівень Світового океану 125 000 років тому.

Під час останнього теплого періоду на планеті 125 000 років тому рівень Світового океану піднявся на 10 метрів, у порівнянні з сучасними показниками.

За словами авторів наукової статті, опублікованої нещодавно у Nature Communications, саме це чекає на нас у майбутньому, якщо не зміниться траєкторія глобальної зміни клімату.

Згідно з результатами цього дослідження, під час останнього міжкрижаного періоду, що тривав близько 10 000 років, головним «двигуном» зростання рівня Світового океану був лід Антарктиди, що танув.



Виходить, що Антарктида, яку вважали «сплячим гігантом» щодо зростаючого рівня води, насправді є ключовим гравцем. Її крижаний покрив може дуже швидко змінитися, і ця зміна відіграє величез-

ну роль для тих, хто живе на узбережжях по всьому світу.

Наша планета живе циклами: холодні крижані тисячоліття — льодовикові періоди — змінюються теплішими міжльодовиковими періодами, коли полярні шапки тануть, а рівень Океану піднімається.

Сьогодні ми перебуваємо у міжльодовиковому періоді, який почався приблизно 10 000 років тому. Але парникові гази, випущені в атмосферу за останні 200 років, спровокували аномально швидку і різку зміну клімату, в порівнянні з тим, який планета пережила 125 000 років тому.

А це означає, що швидкість підйому води під час попереднього міжльодовикового періоду може служити лише нижньою межею для прогнозів нашого майбутнього.

Щоб отримати цю оцінку, команда вчених з Національного університету Австралії вивчила показники останнього міжльодовикового періоду, що тривав з 125 000 до 118 000 років тому. Тоді середня температура планети була на 1 градус Цельсія вище, ніж сьогодні.

Приблизно таке ж зростання нас очікує в майбутньому, відповідно до оптимістичних моделей. Згідно з їх результатами, під час останнього теплого періоду рівень Світового океану піднявся на 10 метрів вище, ніж сьогодні. Антарктида почала втрачати лід майже одразу, як тільки почав нагріватися Південний океан. Ця тала вода змінила циркуляцію в океанах, що призвело до нагрівання північних полярних регіонів і, через кілька тисячоліть, танення льодів Гренландії. Світовий океан піднімався приблизно на 3 метри в тисячоліття, що набагато вище 0,3-метрового зросту, який ми спостерігаємо за останні 150 років.



Сьогодні рівень океану піднімається більш ніж на 3 міліметри в рік. З такою швидкістю до кінця століття рівень в цілому підніметься на 70–100 сантиметрів (у порівнянні з 2000 роком), в залежності від швидкості зміни клімату.

Та ці оцінки спираються на оцінки припливів і, з 1990-х років, на дані супутників, однак не враховують один з найважливіших факторів — нестабільність фронту шельфового льоду, адже його не можна оцінити за такий короткий період. Тому такими важливими є геологічні дослідження.

Коли лід «доповзає» до океану, він не зупиняється. У якийсь момент частина над водою стає настільки масивною, що ламається під власною вагою.

Було кілька спроб включити цю нестабільність у прогнози, але надійність результатів не вдалося перевірити, а щодо методів велися суперечки. Тепер же у нас є детальний сценарій того, що відбувалося минулого разу, і результати розрахунків, з урахуванням нестабільності, загалом подібні до того, що вчені побачили у новому дослідженні.

Вчені виконали величезну роботу, вивчивши не лише геологічні сліди зростання рівня океану в Антарктиді і Гренландії, а й хімічні зміни у скам'янілому планктоні і осадових породах Червоного моря.

Дивно, наскільки швидко минулого разу піднявся рівень океану. А поязк сьогодні ми спостерігаємо ту саму швидкість зміни клімату, то й океан швидше за все підніметься набагато швидше, ніж ми думали. Як мінімум, з тією ж швидкістю, що і 125 000 років тому.

При цьому те потепління не можна вважати прямою копією того, що відбувається сьогодні. Тоді випромінювання Сонця було вищим, а рівень вуглекислого газу в атмосфері — нижчим. Тоді потепління відбувалося поступово, спочатку в одній півкулі, потім в іншій. Сьогодні ж ми спостерігаємо зміни і в Арктиці, і в Антарктиді.

Майбутнє виглядає зловісним.

## **Учені виявили край Всесвіту**

Всесвіт з вірогідністю 99,8% не нескінченно плоский, а є замкнутим.

Усі попередні уявлення про форму Всесвіту, ймовірно, виявилися помилковими.

Згідно з новим дослідженням учених з Римського університету Ла Сап'єнція, за допомогою космічної обсерваторії «Планка», замість плоскої форми, як її уявляли фізики-теоретики, наш Всесвіт може бути опуклим, як масивно роздута повітряна куля, у якої, несподівано, є межа.

У журналі Nature Astronomy опублікована наукова робота, яка висуває сміливу теорію про нову форму Всесвіту. Автори дослідження наново розглянули ці виміри космічного мікрохвильового фону (КМФ) — слабкого відлуння Великого вибуху — і дійшли висновку, що Всесвіт з вірогідністю 99,8% не нескінченно плоский, а є замкнутим, а значить кінцевим.

Проте ця смілива заява учених суперечить колишнім гіпотезам, яких дотримувалися великі уми теоретичної фізики і космології.

Якщо автори праві, то простір-час Всесвіту викривлений і замкнутий у своєрідну петлю. Це можна уявити так: якщо достатньо довго летіти по прямій, то в результаті можна повернутися у точку старту. Космологи називають цю ідею ідеєю «замкнутого Всесвіту».

Причому нова теорія не суперечить відомому явищу розширення Всесвіту. «Відмінність між замкнутим і плоским Всесвітом подібна до відмінності між розтягнутим плоским аркушем і надутою повітряною кулею», пояснює автор дослідження Алессандро Мельхиоррі з Римського університету Ла Сап'єнція.

Коли лист розширюється, кожна точка відходить від будь-якої іншої точки по прямій лінії. Коли повітряна куля надувається, кожна точка на її поверхні також віддаляється від будь-якої іншої, але кривизна повітряної кулі робить геометрію цього руху складнішою.

У плоскому Всесвіті паралельні лінії ніколи не перетнуться, а в замкнутій — лінії зрештою зустрінуться самі з собою.

З даних обсерваторії «Планка» також з'ясувалося, що фонове мікрохвильове випромінювання прихильніше до значно сильнішого гравітаційного лінзування, ніж припускають існуючі теорії.

Для пояснення цього надмірного гравітаційного лінзування команда вчених ввела у модель формування Всесвіту новий параметр  $A_{\text{lens}}$ , якого немає в Загальній теорії відносності. І однією з інтерпретацій цього нового параметра є саме позитивна кривизна простору-часу.

## «Віковий парадокс» зірки

Американські вчені намагаються точно визначити вік зірки, яка, за попередніми розрахунками, старша ніж сам Всесвіт. Досить тривалий час вчені спостерігають за зіркою HD 140 283 (Мафусаїл), яка швидко пересувається по небу та знаходиться на відстані близько 190 світлових років від Землі у сузір'ї Терезів.

У 2000 році астрономи спробували датувати вік зірки за допомогою європейського космічного телескопа Hipparcos і одержали несподіваний результат у 16 млрд років, тоді як вік Всесвіту оцінюється у 13,8 млрд років з моменту Великого вибуху.

Вчені встановили, що зірка, переважно, складається з водню і гелію і містить дуже мало заліза, якого було дуже мало на зорі існування Всесвіту.

Астрономи з Університету Пенсильванії спробували розгадати загадку Мафусаїла і оцінити вік зірки більш точно. Вони збрали спостереження паралакса, спектроскопії, фотометрії, світіння зірки з космічного телескопа Хаббл, зафіксовані у період з 2003 по 2011 роки. В результаті отримали

цифру у 14,46 млрд років з похибкою у 700–800 млн років, що вже вкладається у межі віку Всесвіту.

Однак нові розрахунки постійної Хаббла, що показує швидкість розширення Всесвіту, скоригували вік Всесвіту з 13,7 до 11,4 млрд років, що знову виводить вік Мафусаїла за розумні межі.

Вчені припускають, що «віковий парадокс» зірки відображає зміну в часі темної енергії або є наслідком якогось неврахованого ефекту, такого, як гравітаційні хвилі, або інші космічні явища.

## **Всесвіт може бути гігантською петлею**



Вчені досі не змогли досягти консенсусу з питання форми Всесвіту. Але тепер дослідники висунули нову теорію, що космічний простір може бути гігантською петлею.

Згідно з новим дослідженням, Всесвіт може мати вигнуту структуру, яка нагадує поверхню повітряної кулі. Роботу опубліковано в журналі *Nature Astronomy* після спостережень за космічним мікрохвильовим фоном,

який є найстарішим фізичним явищем, відомим на сьогоднішній день.

Вивчаючи слабке віддуння «Великого вибуху» вчені дійшли висновку, що космічний простір аж ніяк не плоский, як стверджує сучасне наукове співтовариство.

Насправді його архітектура є петлею гігантського розміру.

Астрофізики вважають, що якби хтось подорожував за межі Чумацького Шляху, рухаючись по прямій лінії — він, зрештою, повернувся б у початкову локацію.

Ця теорія відома як «закритий Всесвіт». А ось у відкритому і плоскому варіанті незайманий об'єкт рухався б нескінченно.

Дослідники підтверджують гіпотезу незвичайної знахідки. В реліктовому випромінюванні вони виявили гравітаційну аномалію, яка надає важливу інформацію для фізиків. Результати показують, що «гравітаційне спотворення» мікрохвиль має більшу виразність, ніж вважалося раніше.

Подібний феномен можна пояснити вигином у структурі простору-часу.

## **Потенціал альтернативних генетичних систем**

У ДНК знайшли більше мільйона альтернатив.



ДНК і РНК — не єдині храни-телі генетичної інформації. У цих молекул може бути безліч хімічних двійників, що кодують біологічні дані схожим чином, припустили учені з Університету Еморі (США).

«Дійсно цікаво розглянути потенціал альтернативних генетичних систем. Вони, можливо, виникли і еволюціонували у різних середови-

щах і могли б існувати навіть на інших планетах і супутниках Сонячної системи», — розповів автор дослідження хімік Джей Гудвін.

ДНК і РНК, два відомі типи нуклеїнових кислот, містять нуклеотиди, які з'єднуються у певному порядку і передають різні дані, залежно від їх послідовності. Деякі природні і штучні молекули імітують структуру ДНК, але раніше ніхто детально не вивчав властивості таких двійників.

«Прийнято вважати, що є два види нуклеїнових кислот. Але насправді їх, схоже, значно більше», — зазначили автори наукової роботи.

Учені розробили комп'ютерну програму для отримання хімічних формул молекул, подібних до нуклеїнових кислот, і вона спроектувала понад 1 160 000 можливих варіантів.

«Було дуже важко уявити, що існує понад мільйон подібних до нуклеїнових кислот каркасів. Тепер ми знаємо про це і можемо почати перевіряти деякі з них у лабораторії», — підкреслили фахівці.

Теорія про безліч двійників може прояснити загадку виникнення життя на Землі до того, як РНК і ДНК зайняли домінуюче положення у світі біології.

Теоретично, еволюція могла провести так звані «тестові запуски» за допомогою інших молекул, перш ніж зупинитися на нуклеїнових кислотах, як кращих транспортерах генетичних даних.

Крім того, дослідження важливе для майбутніх медичних досягнень.

Препарати, що нагадують нуклеотиди, вже використовують для пригнічення вірусів і ракових клітин.

ДНК-двійники також можуть бути корисні як потенційна зброя у боротьбі з хворобами.

## **Зв'язок між антиматерією і темною матерією**

Учені вперше дослідили зв'язок між антиматерією і загадковою темною матерією. Цей унікальний експеримент провели у Європейській організації з ядерних досліджень (ЦЕРН), йдеться у статті, опублікованій в журналі Nature.

Вважається, що темна матерія складає 85 % маси у Всесвіті.



Ученим вона відома завдяки гравітаційній дії на величезні маси. Виходить, що частки слабо взаємодіють зі звичайною матерією.

У 2017 році ультра-вірні вимірювання магнітного моменту антипротона провели Крістіан Сморра з японського дослідницького інституту RIKEN з колегами. А в 2019 році дослідники проаналізували ці

дані і обмежили параметр, що визначає, де можна виявити взаємодію між аксіоном і антипротонами. Усе це збільшило шанси виявити самі аксіони.

## Як розвивався наш Всесвіт



Над створенням симуляції понад рік «працювали» 16000 процесорів у суперкомп'ютері.

Астрофізики створили найдетальнішу модель Всесвіту.

Формування галактик — це складний танок матерії і енергії, що розгортається у космічних масштабах і триває мільярди років.

До цього дня залишається загадкою, як з Великого вибуху виникла

та різноманітність структур і динамік, які ми спостерігаємо сьогодні.

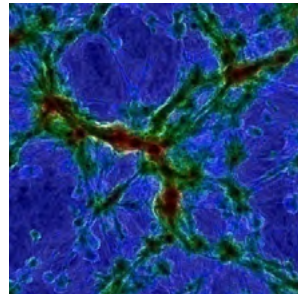
У пошуку відповідей на це питання міжнародна команда учених створила найдетальнішу і наймасштабнішу модель Всесвіту. Симуляцію назвали TNG50.

У цьому віртуальному всесвіті, що розтягнувся на 230 мільйонів світлових років, знаходяться десятки тисяч галактик, що розвиваються.

Такий рівень деталізації раніше існував лише в моделях з однією галактикою. Симуляція відстежує рух понад 20 млрд часток, що ілюструють темну матерію, газ, зірки і надмасивні чорні діри.

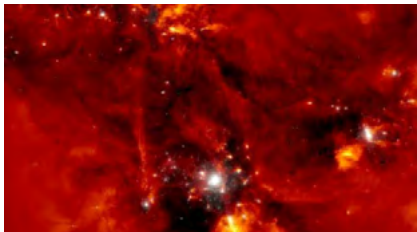
Модель охоплює їх рух за 13,8 млрд років.

Така точність і масштаб дозволили вченим заглянути у минуле нашого Всесвіту і дізнатися, як сформувалися деякі галактики з дивною формою і як вибухи зірок і чорні діри запустили цю галактичну еволюцію.



Розробкою моделі TNG50 займалася команда Illustris TNG Project.

Їхня мета — заповнити усі пропуски у наших знаннях про те, як розвивався наш Всесвіт після Великого вибуху, створивши наймасштабнішу модель, не жертвуючи при цьому деталями окремих галактик. У такої чіткості була своя ціна. Над створенням симуляції понад рік «працювали» 16 000 процесорів у суперкомп'ютері Hazel Hen у Штутгарті (Німеччина). Простому комп'ютеру для виконання тих же обчислень запотребилося б 15 000 років.



Автори впевнені, що це того коштувало.

«Обчислювальні експерименти такого роду особливо успішні, тому що ви отримуєте більше, ніж вклали, — пояснює співавтор статті Дилан Нельсон з Інституту астрофізики Макса Планка. — У нашій симуляції ми бачимо феномени, які не були запрограмовані у кодї. Ці

феномени проявилися природно, завдяки складній взаємодії базових фізичних інгредієнтів нашої моделі всесвіту».

Змодельоване народження скупчення галактик, де зливаються структури з темної матерії (білий), а надмасивні чорні діри і найновіші випускають газ (червоний).

Ці феномени можуть відіграти величезну роль у нашому розумінні того, як Всесвіт став таким, яким він є сьогодні, через 13,8 млрд років, після Великого вибуху.

TNG50 дозволила ученим побачити, як, невдовзі після народження Всесвіту з хмар газу, могли з'явитися перші галактики. Природним чином з'явилися звичні нам дискові галактики з усіма їхніми спіральними рукавами і балджами.

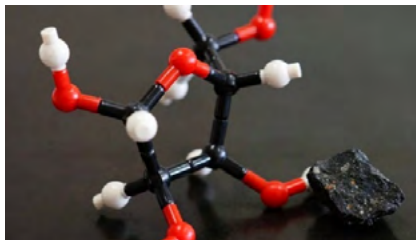
Коли галактики почали набувати плоскої форми дисків, що оберталися, з'явився ще один феномен.

Найновіші і надмасивні чорні діри у центрі кожної галактики почали створювати високошвидкісні сплески газу. Ці сплески перетворювалися на фонтани, простягаючись на тисячі світлових років над площиною галактики.

Під впливом сили тяжіння основна частина цього виплеснутого газу поверталася у диск, розподіляючись по зовнішніх шарах. Такі потоки не лише переробляли елементи для нових зірок, а й змінювали структуру галактики. Ці гази прискорювали трансформацію галактики у тонкий диск, що обертався.

Аналіз моделі не закінчений. Також команда повідомила, що планує викласти ці симуляції у відкритому доступі.

## Вчені знайшли у метеоритах молекули цукрів



У маленькому метеориті (праворуч) знайшли молекули цукрів (Прості **цукри**, або **моносахариди**) — це група вуглеводів, **молекули** яких у своєму складі мають від трьох до десяти атомів карбону. Загальна формула моносахаридів —  $C_nH_{2n}O_n$ . Вміст у клітині близько 1 % від загальної маси клітини).

Міжнародна команда вчених знайшла у метеоритах рибозу та інші необхідні для життя цукри. Група вчених під керівництвом Йосіхіро Фуракави з японського інституту Тохоку знайшла рибозу та цукри у метеоритах, яким мільярди років.

Про це повідомляє CNN.

У трьох метеоритах, один з яких упав у Австралії у 1969 році, знайшли низку видів цукрів. Найцікавішою для науковців є рибоза, бо вона є надзвичайно важливою у біології людини — є частиною рибонуклеїнової кислоти (РНК), що синтезується у клітинах усіх живих організмів.

Раніше вченим не вдалося виявити цукри у метеоритах, група Фуракави змогла зробити це завдяки новому методу екстракції речовин.

Автори дослідження наголошують, що вірогідність того, що ці цукри потрапили до складу метеорита вже на Землі, дуже мала.

Отже, наявність у таких древніх об'єктах цукрів, і рибози зокрема, доводить, що вони могли потрапити на Землю і сприяти утворенню функціональних біополімерів, таких, як РНК.

За однією з теорій, саме РНК була першою формою життя на Землі. Також це доводить, що цукри разом з метеоритами можуть потрапляти на інші Земле-подібні планети.

Нове відкриття підтверджує гіпотезу про те, що хімічні реакції в астероїдах — батьківських тілах багатьох метеоритів — можуть перетворювати молекули на деякі компоненти життя.

Група дослідників виявила рибозу та інші біологічно важливі: цукор, у тому числі арабінозу і ксилозу, у двох різних метеоритах, багатих на вуглець, NWA 801 (тип CR2) і Мерчисон (тип CM2).

Рибоза є найважливішим компонентом РНК (рибонуклеїнової кислоти).

У більшій частині сучасного життя РНК служить молекулою-посланцем, яка копіює генетичні інструкції з молекули ДНК (дезоксирибонуклеїнової кислоти) і доставляє їх на молекулярні фабрики у клітці, звані рибосомами. Рибосоми, у свою чергу, «читають» РНК для створення специфічних білків, необхідних для здійснення життєвих процесів.

«Раніше у метеоритах було виявлено інші важливі будівельні блоки життя, включаючи амінокислоти (компоненти білків) і нуклеїнові основи (компоненти ДНК і РНК), але цукри були відсутнім елементом серед основних будівельних блоків життя», — сказав Йосіхіро Фурукава, провідний автор дослідження.

Команда виявила цукри шляхом аналізу порошкоподібних зразків метеоритів за допомогою газової хроматографії мас-спектрометрії, яка сортує та ідентифікує молекули за їх масою і електричним зарядом. Вони виявили, що вміст рибози і цукрів варіювалися від 2,3 до 11 частин на мільярд в NWA 801 і від 6,7 до 180 частин на мільярд у Мурчісоні.

Оскільки Земля наповнена життям, команді довелося розглянути можливість того, що цукри у метеоритах просто виникли в результаті забруднення земним життям. Численні докази, включаючи ізотопний аналіз, вказують на малу ймовірність такого забруднення.

Наприклад, вуглець у метеоритному цукрі був значно збагачений важкими ізотопами вуглецю, його було набагато більше за ту кількість, яка спостерігається у живих істот на Землі, що підтверджує висновок про те, що він прийшов з космосу.

«Наша робота дає перші прямі докази наявності рибози у космосі і доставки цукрів на Землю.

Позаземні цукри могли сприяти формуванню РНК на пребіотичній Землі, що, можливо, призвело до виникнення життя», — підкреслив учений.

Команда планує проаналізувати більше метеоритів, аби краще зрозуміти велику кількість позаземних цукрів. Вони також планують побачити, чи мають молекули позаземних цукрів лівосторонній або правосторонній зсув.

Деякі молекули бувають двох видів, які є дзеркальним відображенням один одного, як ваші руки.

На Землі життя використовує ліві амінокислоти і праві цукри. Вчені хочуть знати, звідки взялася така асиметрія.

## **Планети з придатними для життя умовами**

У Всесвіті багато планет з придатними для життя умовами.

Астрофізики Технологічного інституту Джорджії з'ясували, що навколо багатьох зірок, у тому числі подвійних, повинні обертатися планети з придатними для життя умовами.

Дослідники змоделивали екзо-планети, що є аналогами Землі і знаходяться у бінарних системах. Виявилось, що у 87% випадків планети мають стійку вісь обертання, що сприяє стабільному клімату і розвитку складного життя. Оскільки 50% зірок є подвійними, результати наукової роботи застосовані до великої кількості планетних систем, що робить появу іно-





планетних організмів вірогіднішою, ніж вважалося раніше.

На думку учених, невеликі зміни у куті нахилу осі Землі зробили планету придатною для життя, тоді як атмосфера Марса могла бути зруйнована значними відхиленнями у куті нахилу.

Дослідники з'ясували, що в подвійній системі Альфа і Бета Центавра вісь планети коливалася занадто сильно, що дуже знижує вірогідність існування на ній придатного для життя середовища.

Нахил Земної осі змінюється від 22,1 до 24,5 градусів упродовж 41 тис. років. Одним з чинників її стійкості є Місяць, за відсутності якого гравітація найближчих планет дестабілізувала б кут обертання. Нахил міг би змінитися на 60 градусів, що зробило б Землю схожою на Марс.

## Найпотужніший в історії спостережень гама-сплеск



Астрономи зафіксували найпотужніший в історії спостережень гама-сплеск.

Гама-сплеск уперше вдалося зафіксувати за допомогою обсерваторій, розташованих на землі.

Дві міжнародні групи учених заявили про те, що їм вдалося зафіксувати рекордно сильний гама-сплеск.

Яскравість джерела випромінювання у гама-діапазоні у 100 млрд разів перевищувала яскравість випущеного ним видимого світла, повідомляє Eureka Alert!.

Гама-сплески — це короткі спалахи гама-випромінювання, які є наслідком вибуху нейтронної зірки, або вибухів велетенських зірок, на першій стадії їх перетворення на чорні діри.

Дослідники зазначають, що під час таких спалахів за кілька секунд випускається більше енергії, ніж наше Сонце випускає за всю історію свого існування.

Явище було випадково відкрито у 1960-х роках, за допомогою супутників. Відтоді астрономи шукають гама-сплески за допомогою орбітальних апаратів, оскільки атмосфера Землі поглинає випромінювання.

Водночас дослідникам уперше вдалося зафіксувати такий сплеск за допомогою наземних обсерваторій.

20 липня 2018 року команда астрономів зафіксувала сплеск GRB 180720b за допомогою телескопа, розташованого у Намібії, а 14 січня 2019 року інша команда помітила сплеск GRB 190114c за допомогою телескопів на острові Ла-Пальма.

Енергія фотонів спалаху GRB 190114c варіювалася від 0,2 до 1 тераелектронвольт.

Джерело випромінювання знаходиться на відстані чотирьох мільярдів світлових років від Землі.

Джерело GRB 180720b розташовується ще далі, на відстані шести мільярдів світлових років від нас.

У серпні 2019 року, астрономи виявили ультра-масивну чорну діру, яка знаходиться в центрі галактики Holmberg 15a, на відстані 700 мільйонів світлових років від Землі. Маса чорної діри оцінюється у 40 мільярдів сонячних, що робить її рекордсменом серед подібних об'єктів.

Особливість Holm 15a\* не лише у її масі, а й у розмірі горизонту подій. Він становить 790 астрономічних одиниць (астрономічна одиниця дорівнює відстані від Землі до Сонця). Для порівняння, діаметр Сонячної системи — близько 250 астрономічних одиниць.

## Об'єднання (ЗТВ) Альберта Ейнштейна із законами квантової механіки



Фізики пояснили існування декількох всесвітів одночасно.

— Чи існують копії нашого Всесвіту?

— Як пояснити квантові явища?

— Яка частка може довести існування паралельних всесвітів?

В одній із серій популярного науково-фантастичного мультсеріалу Рік і Морті головні герої зменшуються до мікроскопічних розмірів і відправляються всередину акумулятора,

де розташований цілий Всесвіт з істотами, які видобувають електрику для машини.

У цьому міні-Всесвіті був ще один міні-Всесвіт, який видобував для нього енергію, а у тому — ще один, і так — до нескінченності.

Здавалося б, нічого особливого, чергові фантазії і домисли сценаристів із незвичайним мисленням і початковою стадією шизофренії.

Проте, нещодавно вчені змоделювали ситуацію з мультсеріалу на наш Всесвіт і припустили, що ми і весь простір навколо нас можемо бути лише частиною квантової системи або квантового комп'ютера.

Не раз повідомлялося про те, що розробляються квантові комп'ютери і те, чому їх неможливо створити за нинішніх умов на Землі, а також пояснювалося, що таке теорія всього, — і як вона змінить усі правила і закони звичної для нас фізики.

Так ось, на роль нової теорії всього претендує розробка співробітників кафедри теоретичної фізики Балтійського університету ім. Іммануїла Канта, заснована на ідеї про існування паралельних всесвітів, ідентичних нашому.

Дослідження фізиків підкріплене математичними розрахунками, переплітаються з теоріями про мультивсесвіти і взагалі передбачає, що ми живемо у квантовому світі, з чим би точно не погодився, можливо, найвидатніший учений в історії людства Альберт Ейнштейн.

До чого додумалися фізики?

Ідея, справді, не нова, і її співробітники БФУ ім. Канта у Калінінграді почерпнули у свого колеги з Іспанії у відносно далекому 2007-му. Ні, фізики не вкрали чийсь гіпотезу, а просто доповнили її математичними розрахунками і представили у дещо іншій формі.

Отже, одним із головних завдань сучасної фізики є об'єднання загальної теорії відносності (ЗТВ) Альберта Ейнштейна із законами квантової механіки.

Зараз люди керуються правилами, які встановив Ейнштейн (наприклад, швидкість світла є постійною і максимальною для нашого Всесвіту).

Такі правила діють лише у звичному для нас Всесвіті великих об'єктів або макросвіті.

На субатомному рівні (у масштабі елементарних частинок типу електронів) усе зовсім по-іншому: там частинки невіддільні ейнштейнівській гравітації, поводяться абсолютно хаотично і можуть проявляти фантастичні для нас властивості, як, наприклад, перебування у двох місцях одночасно.

Здавалося б, у чому проблема, адже макросвіт у будь-якому випадку складається з мікросвіту, тобто все, враховуючи нас з вами, теж складається з частинок на зразок електронів. Виходить, що і ми маємо виявляти «фантастичні» квантові властивості?

В цьому і полягає головна загадка: при взаємодії квантової системи з навколишнім середовищем (на практиці — поява спостерігача у відомому експерименті з двома щілинами) відбувається так звана декогеренція, — порушення цілісності квантової системи і поява класичних для нас законів фізики. Саме через декогеренцію ми досі не можемо створити стабільний квантовий комп'ютер.

Фізики з БФУ ім. Канта Артем і Валеріан Юрови припустили радикально нове пояснення взаємодії ЗТВ із квантовою механікою: а що, якщо декогеренції взагалі не існує, і всі ми живемо в одному з квантових Всесвітів, який взаємодіє з іншими квантовими Всесвітами? Таку ідею вчені

виклали у своєму дослідженні «День взаємодії Всесвітів: квантова космологія без хвильової функції», опублікованому в журналі The European Physical Journal наприкінці вересня 2019-го.

12 років тому колега професор Педро Гонсалес Діаз припустив, що квантові властивості можуть проявляти не лише елементарні частинки, а й увесь Всесвіт. Через роки вчені вдосконалили теорію нині покійного професора Діаза і представили її у новому світлі.



«У ті дні я скептично ставився до цієї ідеї. Відомо, що чим більший об'єкт, тим швидше він руйнується. Навіть бактерія дуже швидко руйнується, а тут ідеться про Всесвіт. Але Педро запитав мене: «З чим взаємодіє Всесвіт?», І я нічого не відповів. Немає нічого, крім Всесвіту, і немає нічого, з чим він може взаємодіяти, що теоретично дозволяє думати про нього як про квантовий об'єкт», — говорить Артем Юров.

Оскільки в уявному експерименті Юрових Всесвіт — це квантовий об'єкт, він також може мати квантові властивості і в буквальному сенсі перебувати у двох місцях одночасно. Ґрунтуючись на цьому, дослідники з Калінінграда припустили, що ніякої декогеренції не існує, і колапс квантової системи, який є незрозумілим для нас, — це щось типу невеликого викривлення простору-часу, пов'язане з взаємодією нашого квантового Всесвіту з іншими квантовими Всесвітами.

«Ми не можемо це усвідомити або якось зареєструвати, оскільки таких пристроїв просто не існує. І вони не можуть бути створені», — підкреслюють автори дослідження. Дійсно, нам поки що не уявляється можливим перевірити, чи є поза нашим Всесвітом інші Всесвіти.

Але існування і взаємодія декількох світів одночасно виявилися не просто черговою необґрунтованою ідеєю двох божевільних фізиків: математичні розрахунки та інші наукові установки працюють, якщо ми припускаємо, що Всесвіт має квантові властивості.

Ідея про існування паралельних всесвітів або «багатосвітова інтерпретація квантової механіки» належить американському фізику Хью Еверетту, а сучасники Ховард Вайсман, Майкл Холл і Дірк-Андре Декерт склали на її основі одну з перших значущих математичних моделей. Якраз її вдосконалили Юрови, об'єднавши модель з припущеннями професора Педро Гонсалеса Діаза.

«Суть нашої роботи полягає в тому, що ми взяли рівняння, яке космологи використовують для опису Всесвіту Фрідмана-Ейнштейна, додали

«квантові сили» і досліджували одержані рішення. Ми отримали дивовижні результати, зокрема, можливо, що деякі загадки космології отримують несподіване рішення, згідно з цією теорією. Але найголовніше, що нашу модель можна протестувати», — пояснюють фізики.

Автори дослідження також вважають, що квантові властивості можуть проявлятися тільки якщо Всесвітів кілька. Коли вони розташовані доволі близько один до одного — квантовий потенціал зберігається, а коли вони віддаляються — частинки знову стають класичними. Згідно з подібними теоріям, не тільки ми, а й увесь наш Всесвіт може бути чимось на зразок кубіта — мінімальної одиниці інформації у квантовому комп'ютері — у величезному мультівсесвіті і серед різних копій наших світів.

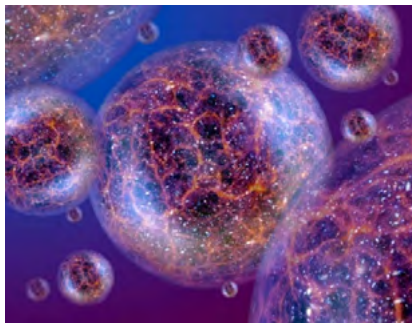
До відома, раніше Артем Юров виступав з лекцією про те, що машини часу вже існують у вигляді кротячих нір, але фізика не дозволить нам змінити минуле, оскільки все у Всесвіті має бути пов'язано і ніщо не має призводити до парадоксів.

### *Паралельні Всесвіти*

Ідеєю про існування кількох світів одночасно стурбовані не лише сценаристи науково-фантастичних фільмів і серіалів. Кілька років тому фізик із США Лія Бруссар запланувала експеримент, який мав підтвердити або спростувати існування дзеркальних світів.

У якості піддослідного елемента Бруссар вирішила використовувати гіпотетичну дзеркальну речовину — нейтрон, який у звичайному нейтронном пучку починає розпадатися на протони за 14 хвилин і 48 секунд, а в лабораторних умовах — на 10 секунд раніше. Це явище суперечить законам фізики, оскільки нейтрони не можуть відрізнятися один від одного і поводитися по-різному залежно від середовища їх вивчення.

Дехто з учених вважає, що нейтрони, які розпадаються і зникають упродовж іншого проміжку часу, і є речовиною з паралельного Всесвіту. За допомогою ядерного реактора потужністю 85 мВт у лабораторії Ок-Рідж вчені планували вистрілити пучком нейтронів через 15-метровий тунель з магнітами об непроникний екран. Якщо деякі з частинок, на які розпадаються нейтрони, перетворюються на дзеркальні копії і пройдуть крізь екран — теорія про мультівсесвіт отримає більше аргументів на свою користь.





Про результати експерименту поки що нічого невідомо, але у серпні 2019-го на сайті лабораторії Ок-Рідж з'явилася новина, згідно з якою шестеро вчених, серед них і Лія Бруссар, отримали \$500 тис. на зарплати і дослідження наступного року.

Повідомлялося, що Лія Бруссар розроблятиме набір симуляцій для опису характеристик поведінки нейтронів і продуктів їхнього розпаду. «Очікується, що ці інструменти сприятимуть проведенню експериментів наступного покоління для виявлення нових частинок і їх взаємодій за межами Стандартної моделі фізики елементарних частинок, а також проллють світло на загадку темної матерії і допоможуть вирішити проблему антиматерії, якої майже немає у Всесвіті», — зазначено у статті.

Раніше австралійський фізик Ховард Уайсмен з університету Гріффіта у Брісбені запропонував теорію мультивсесвіту, яка ґрунтується на трьох постулатах:

- Всесвіт, у якому ми живемо, є лише однією з незліченної кількості Всесвітів. Деякі з них майже ідентичні нашому, але більшість — сильно відрізняються;

- Всесвіти однаковою мірою реальні і існують в одному часовому вимірі, який має спільні для всіх закони;

- усі явища, що лежать в основі квантової механіки, є наслідком певної фундаментальної сили, яка виникає між подібними паралельними світами, і прагне «віддалити» їх один від одного.

Цікаво, що як і у свіжому дослідженні Артема і Валеріана Юрових, Уайсмен припустив, що всі квантові властивості, про які ми знаємо, — це результат взаємодії нашого Всесвіту з його ближнюком.

«Звична квантова механіка взагалі не пропонує ніяких доказів і пояснень, тоді як наша теорія описує звичайні (не квантові) Всесвіти, які взаємодіють між собою за допомогою квантової механіки», — заявляв Ховард Уайсмен.

Та, на жаль, незвичайної поведінки нейтронів при їх розпаді і впливі магнітного поля поки що недостатньо для доказу того, що існують копії нашого світу.

## **Властивості найзагадковішої частки у Всесвіті**

Для встановлення верхньої межі для маси нейтріно використали новий спектрометр.

У журналі *Physical Review Letters* опубліковано статтю міжнародної групи фізиків, яка використала новий спектрометр, щоб встановити нову верхню межу для маси нейтрино. Проте точне значення маси продовжує залишатися невідомим.

Учені провели дослідження у рамках експерименту KATRIN (Karlsruhe Tritium Neutrino Experiment) щодо визначення маси електронного антинейтрино шляхом вимірювання спектрів електронів, що утворюються при розпаді тритію, — радіоактивного ізотопу водню.

При розпаді тритію також утворюється нейтрино.

У процесім вимірюванні енергії випущеного електрона за допомогою 200-тонного спектрометра дослідникам вдалося встановити верхню межу маси, рівну 1,1 електронвольта.

За оцінками, розмір нейтрино в 500 тисяч разів менше електрона.

Попри те, що існування нейтрино доведено, досі ведуться дослідження властивостей цих часток.

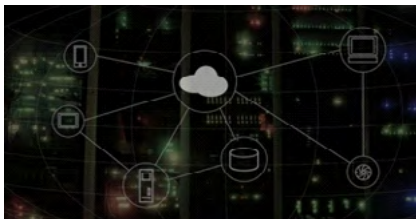
До недавнього часу вважалося, що вони не мають маси, однак було доведено існування осциляцій нейтрино, при яких нейтрино одного сорту (електронне, мюонне або таонне) перетворюється на нейтрино іншого сорту, що вказує на масу, не рівну нулю.

Один зі способів виявлення маси полягає у вивченні мікрохвильового фону Всесвіту.

Другий пов'язаний з пошуком у край рідкісної події — безнейтрінного подвійного бета-розпаду.

Третій метод, який застосували дослідники, ґрунтований на безпосередньому вимірюванні маси без застосування теоретичних моделей.

## Використання явища із назвою спінова хвиля



Дослідники з Массачусетського технологічного інституту розробили нову конструкцію схеми, яка забезпечує точне управління обчисленнями.

Учені з Массачусетського технологічного інституту (MIT) запропонували новий метод для обчислювальних процесів, при яких

пристрій не використовує електрику і не виділяє тепло. Замість цього дослідники використовують магнітні матеріали і їхні властивості.

Учені також використовують квантові ефекти — наприклад, перенесення спінового моменту елементарних часток. Отже, їх пристрій може перемикається з одного стану в інший без споживання електрики, лише на магнітних і спінових ефектах.

Науковці переконані, що це дозволить скоротити викиди шкідливих речовин у довкілля і збільшити потужність пристроїв у майбутньому.

Потужність збільшиться через те, що класичні комп'ютери використовують величезну кількість електроенергії для обчислень, зберігання даних і виділяють багато тепла даремно.

У пошуках ефективніших альтернатив дослідники приступили до розробки «спинотронних» пристроїв на магнітній основі, які споживають відносно мало електроенергії і практично не виділяють тепла.

Для того, щоб збільшити потенціал пристроїв, дослідники використали явище із назвою спінова хвиля. Ця квантова властивість електронів у магнітних матеріалах з гратчастою структурою.

У таких матеріалах намагніченість впорядкована, а виникаючі порушення не локалізуються, а починають поширюватися у вигляді хвилі.

## Термоядерна реакція у мікромасштабі

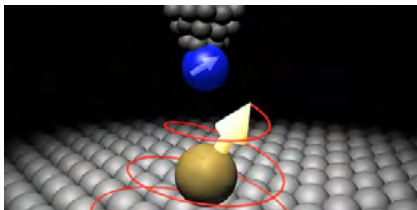


Термоядерний процес — досить цікаве явище, як з точки зору ядерної фізики, так і з позиції сучасних виготовників спеціальної наукової техніки. Адже поглиблення розуміння цього процесу в теорії дозволить створювати дедалі продуктивніші і надійніші варіанти і моделі такої техніки. Ось і команда дослідників-фізиків з Коло-

радського Університету вирішила зробити свій внесок у вивчення цієї галузі і запропонувала нову методологію створення процесу термоядерної реакції мікромасштабі, використовуючи власний тип теплового лазера, побудованого вручну, а також спеціальну матрицю, складену з впорядкованого  $n$ -дроту.

Статтю з отриманими результатами команди вже опублікував журнал Nature Communications.

Варто зазначити, що команді не лише вдалося відтворити термоядерну реакцію у малому масштабі, а й добитися невстановленого донині рекорду щодо кількості нейтронів на одиницю лазерної енергії.



Використовуючи спеціальний тепловий лазер, побудований з нуля, фахівці застосували його до різних ділянок впорядкованого  $n$ -дроту і зуміли досягти дійсно незвичайного результату — завдяки точним ви-



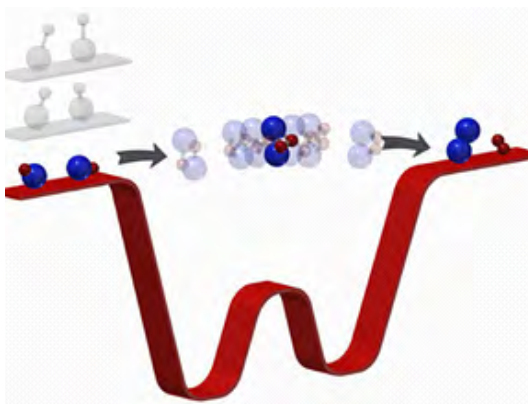
мірюванням і доопрацюванню лазера, вони зуміли поліпшити зовнішню дію на електрони.

Отже, одержаний ними кінцевий результат термоядерної взаємодії здобув набагато значніший результат, порівняно з усіма минулими подібними експериментами, а також відзначився більш високою мірою безпеки для довкілля, що також не може не радувати.

Варто розуміти, що приблизно такий же процес відбувається і всередині нашого Сонця — проте завдяки напрацюванням і дослідженню колорадських фахівців-фізиків, ми можемо потенційно наблизитися до створення значно точніших і продуктивніших видів теплового устаткування, що використовує ядерний синтез як основу енергії.

Зрозуміло, представлений ученими науково-технічний лазерний комплекс є експериментальним і ще не доводиться говорити про остаточне наукове рішення.

## Про стан «абсолютного нуля» температур



Учені Гарвардського університету провели найхолоднішу хімічну реакцію у Всесвіті, отримавши двоатомні молекули калію і рубідію.

Про це повідомляється у прес-релізі на сайті Eureka Alert!

Дослідники за допомогою ультрафіолетового лазера знизили температуру молекул калію-рубідію до 500 н-кельвінів, що відповідає кільком мільйон-

ним долям градуса вище за абсолютний нуль.

Охолодження до екстремальних низьких температур допомогло молекулам досягти мінімально можливого енергетичного стану.

Низька швидкість реакції дозволила фахівцям зафіксувати момент хімічної взаємодії між двома молекулами калію-рубідію, коли хімічні зв'язки руйнуються, щоб сформувати нові.

Раніше дослідники з Центру холодної матерії охолодили речовину до мільйонних доль градуса вище за абсолютний нуль. Їм вдалося поставити рекорд з наближення молекул до мінімально можливого значення температури.

Учені заявили, що температура охолоджених у такий спосіб молекул досягла 50-мільйонної долі градуса.

## Нез'ясовний феномен

У глибокому Всесвіті виявлено нез'ясовний феномен.

Нещодавно виявлені галактики кидають виклик науці і теорії формування зоряних систем.

Галактики без темної матерії вважалися неможливими.

Учені несподівано виявили у глибокому Всесвіті 19 карликових галактик — набагато менших, ніж Чумацький Шлях, — які кидають виклик науці. У цих зоряних скупченнях виявили украй нікчемну кількість темної матерії, або вона відсутня зовсім. Їхнє відкриття ставить під сумнів сучасні космологічні теорії, що описують процес формування галактик.

Спостереження показали дивний феномен — у Всесвіті можуть зустрічатися галактики з практично повною відсутністю темної матерії. Це дивно, адже саме вона є необхідним єднальним компонентом для створення галактик — вона притягує баріонну матерію, не даючи їй можливості розлітатися, але проявляє себе лише як додатковий гравітаційний ефект на газі і зірках — так її і виявили.

«Прийнято вважати, що темна матерія домінує у карликових галактиках, проте нещодавно вчені висловили думку, що вона переважає не в усіх зоряних скупченнях», — повідомляється у статті.

Усі ці 19 галактик знаходяться у межах 500 млн світлових років від Землі. Ймовірно, їх еволюція дещо відрізняється від стандартної в результаті дивних збігів обставин. Одним з таких, ймовірно, є «відкачування» темної матерії від менших галактик до великих за розміром.

Або ці дивовижні галактики утворилися через дивні процеси, що протікають у їхніх надрах, на зразок нестабільних зірок, які порушили баланс темної матерії.

Темна матерія, як відомо, складає 22 % загальної маси Всесвіту. Темна вона тому, що її неможливо побачити в оптичному або у будь-якому іншому діапазоні, але існують прямі докази її існування, яке спостерігається у вигляді «гравітаційних ям».

За нинішніми уявленнями учених, кожна галактика має у 8–10 разів більше за темну, чим видимій матерії.

## Зародження свідомості у мозку

Дослідники вивчали процеси зародження мотивації, цікавості, занепокоєння.

Вчені Лабораторії у Колд-Спринг-Харбор (США) вирішили загадку, як у мозку зароджуються такі свідомі процеси, як мотивація, цікавість, занепокоєння і упевненість.

Дослідники вивчили орбітофронтальну кору — область, яка критично важлива для ухвалення рішень як у людей, так і у тварин. Нейробіологи



проводили спостереження за активністю 485 нервових клітин у мозку трьох шурів, які вирішували завдання, щоб отримати нагороду.

Для того, щоб визначити, які нейрони активні, коли шур упевнений у своєму рішенні або чекає пригосання певного розміру, були використані складні методи машинного навчання.

Виявилось, що нейрони в орбітофронтальній корі утворюють декілька функціональних груп, і кожна група бере участь у якомусь певному психофізіологічному процесі, наприклад, у формуванні упевненості у прийнятому рішенні або у розмірі очікуваної винагороди.

Дослідники також з'ясували, що функціональні групи нейронів визначаються анатомічною структурою нейронних мереж.

За словами науковців, визначення цих груп і їхніх структур може бути корисним для розробки лікування психічних і неврологічних захворювань, наприклад депресії або хвороби Паркінсона.

## Про досі невідому субатомну частинку



Угорські вчені відкрили досі невідому субатомну частинку, яка може пояснити загадку темної матерії — субстанції, з якої складається Всесвіт. Про це повідомляє «Апостроф» із посиланням на Newsweek.

Частинку назвали X17. Адже вона важить саме 17 мільйонів електрон-вольт.

X17 може бути носієм так званої п'ятої сили, окрім уже відомих науці гравітаційної, електромагнітної, слабкої і сильної ядерної.

Аби виявити частку, науковці провели ряд експериментів. Так, вони використовували великі прискорювачі, які зіштовхували між собою субатомні частки на великій швидкості та провокували вибух. А от Ат-

тілла Крашнохокай з Інституту ядерних досліджень у Дебрецені проводив експерименти з обстрілу протонами ядра атомів.

Якщо результати експериментів угорської групи остаточно підтвердяться, вчені можуть розгадати загадку взаємодії темної матерії з матеріальним світом.

Автори повідомляли про її сліди ще у 2016 році, але тепер вони виявили ще більше доказів за допомогою різних експериментів. Якщо результати підтвердяться, так звана частинка X17 може пояснити природу темної матерії, загадкової субстанції, з якої, як вважають вчені, складається більш ніж 80 % маси у Всесвіті. Вона може бути носієм «п'ятої сили» за межами списку з чотириох, передбачених стандартною моделлю фізики (гравітаційна, електромагнітна, слабка і сильна ядерні сили).

Більшість учених, які полюють на нові часточки, використовують велетенські прискорювачі, щоб зіштовхувати між собою субатомні частинки на високій швидкості й спостерігати, що станеться після вибуху. Найбільший із цих прискорювачів — Великий адронний колайдер у Європі. Саме у цій системі у 2012 році було виявлено бозон Хіггса.

Аттіла Крашнагоркай та його колеги з Інституту ядерних досліджень у Дебрецені (АТОМКИ) використали інший підхід, що передбачає проведення низки експериментів з обстрілу протонами ядра різних атомів. У 2016 році вони спостерігали пари електронів і позитронів, які відділялися під час переходу ядер берилію-8 від високоенергетичного до низькоенергетичного стану. Вони виявили відхилення від очікуваного результату, коли кут між електронами й позитронами був великим. Цю аномалію можна було б пояснити, якби ядра виділяли невідому частинку, яка потім «розділялася» на електрони й позитрони.

Ця частинка мала б бути бозоном, тобто типом частинок, який несе заряд. А її маса мала б бути близько 17 млн електрон-вольт. Це дорівнювало б масі 34 електронів, що робить часточку «легковаговиком». Наприклад, бозон Хіггса у понад 10 тис. разів важчий. Через значення маси Крашнагоркай і його команда назвали гіпотетичну часточку X17.

Вчені стверджують, що шанси випадковості виникнення аномалії дуже низькі. Вони вірять, що більшість матерії у Всесвіті невидима для людей. Так звана темна матерія дуже слабо взаємодіє зі звичайною матерією. Тож науковці припускають її існування лише на основі її гравітаційного впливу на віддалені зірки й галактики. Однак, у лабораторних умовах її ніколи не було виявлено.

У 2003 році науковиця Селін Бем довела, що часточка на зразок X17 може існувати. Вона б несла силу між часточками темної матерії у такий же спосіб, як і фотони у випадку звичайної матерії. В одному зі сценаріїв, який запропонувала Бем, легковагова часточка темної матерії могла б якось створювати пари електронів і позитронів так, як це сталося під час експериментів Крашнагоркай і його команди. Цей сценарій було переви-

рено у низці експериментів із низькою енергією, які унеможливили низьку ймовірностей. Якщо результати угорської групи вчених підтвердяться, вони можуть відкрити те, як темна матерія взаємодіє з нашим світом.

## Про хмари з газоподібного водню



Учені Інституту астрономії Суспільства Макса Планка у Німеччині спостерігали велетенські резервуари холодних хмар із газоподібного водню навколо ранніх галактик, які є їжею для надмасивних чорних дір жахливих розмірів.

Поява останніх, чия маса перевищує масу Сонця у декілька мільярдів разів, досі є загадкою для вчених.

Астрономи провели спостереження квазарів за допомогою VLT (Very Large Telescope) у Чилі. Всього було вивчено 31 квазар на відстані близько 12,5 млрд світлових років (відповідає віку Всесвіту, рівному 870 млн років).

12 квазарів виявилися оточеними холодними хмарами з газоподібного водню, протяжністю до 100 тис. світлових років.

За словами учених, хмари забезпечують надмасивні чорні діри їжею, що пояснює їх високу масу.

Раніше уже повідомлялося, що астрономи виявили чорну діру з рекордною масою, яка в 40 млрд разів перевищує масу Сонця.

Вона знаходиться у велетенській еліптичній галактиці Holmberg 15a, віддаленій від Землі на 700 млн світлових років.

## Походження фосфатів, для формування перших живих організмів на Землі

Учені змогли розгадати піввікову загадку про походження фосфатів, необхідних для формування перших живих організмів на Землі. Як з'ясували журналісти, —першими виявилися дослідники з Вашингтонського університету (США), які вивчили багаті на карбонат водойми, що утворюються у посушливих умовах і наповнюються водою з довколишніх територій: озеро Моно у Каліфорнії, Магади в Кенії і Лонар в Індії.

Як відомо, у зв'язку з високою швидкістю випаровування води у цих озерах починають концентруватися солоні лужні розчини.

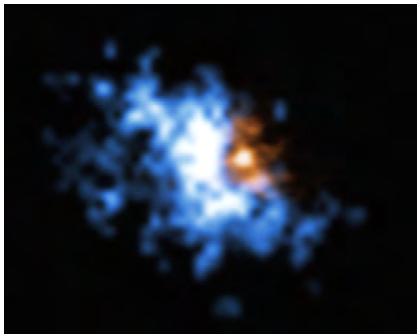
Подібні водойми ще називають содовими.

У ході дослідження з'ясувалося, що у водоймах, багатих на карбонат, вміст фосфору аж у 50 тис. разів перевищував його вміст у морській воді, річках та інших типах озер.

На думку дослідників, цей факт вказує на існування загального механізму, що сприяє накопиченню важливого для життя хімічного елемента. Зокрема, стало зрозуміло, що карбонати, переважно, зв'язуються з кальцієм, залишаючи при цьому фосфор у вільному доступі у воді.

Як відомо, фосфор — один з шести основних хімічних елементів, які утворюють основу молекул ДНК і РНК. Хімічні реакції, що створюють будівельні блоки живих організмів, потребують цього елемента у великій кількості.

## Про гігантські газопилові хмари



За допомогою телескопа (VLT) Європейської південної обсерваторії (Eso) в Чилі астрономи відстежили гігантські запаси газу в околицях деяких з перших галактик у Всесвіті.

Величезні газопилові хмари простягаються приблизно на 100 000 світлових років від центру відповідної галактики і могли служити «їжею» для надмасивних чорних дір у цьому регіоні.

Загалом, астрономи з допомогою телескопа VLT спостерігали за 31 так званим квазаром.

Це активні галактики із надмасивною чорною дірою у центрі.

Чорна діра поглинає велику кількість речовини, яка дуже яскраво висвітлюється, а потім зникає за горизонтом. Таке світіння можна побачити з поверхні Землі.

Аби з'ясувати, як виглядали квазари у молодості, дослідники мали свої погляди дуже глибоко в космос: світло від досліджуваних об'єктів подорожує до нас майже 12,5 млрд років. У ньому відображені галактики в тому часі, коли Всесвіту було всього майже мільярд років. Багато чорних дір такі ж старі, як і галактики, у яких вони утворилися.

Астрономи тривалий час ламали голову над тим, як об'єкти у ранній фазі Всесвіту могли вирости до величезних розмірів за короткий час.

Тепер команда на чолі з Емануелем Паоло Фаріною з Інституту астрономії Макса Планка у Гейдельберзі зробила важливий науковий крок у дослідженні чорних дір, опублікованому в «Астрофізичному журналі».

Дослідники виявили гігантські газопилові хмари у декілька мільярдів сонячних мас у кожному з дванадцяти квазарів. Вони повідомляють, що ці хмари є достатнім запасом для формування перших чорних дір. Чорні діри могли поглинути величезну кількість речовини у молодому Всесвіті за порівняно короткий час. Отже, вони досягли мільярдів мас нашого Сонця.

## Виміряти масштаби космосу



З моменту появи інструментів для розрахування космічних відстаней, астрономи намагаються оцінити і виміряти масштаби космосу. Ще якихось 100 років тому вони не бачили далі за Чумацький Шлях. Адже це усього лише одна з сотень мільярдів галактик.

У розрахунках учених щодо розміру Всесвіту лежить два чинники. Перший — наскільки далекі об'єкти ми можемо спостерігати. І друге — постійне розширення Всесвіту.

Астрономи навчилися оцінювати дальність видимих об'єктів за випромінюванням, яке від них виходить.

Найвіддаленіші об'єкти знаходяться у червоному спектрі.

Існуюча техніка дозволяє розгледіти галактики, віддалені від нас на 13,8 млрд світлових років. З урахуванням законів розширення Всесвіту, учені отримали відстань до них — 46,5 млрд світлових років.

Отже, в обидві сторони відстань виходить рівною 93 млрд світлових років. Це і є розмір видимої частини Всесвіту. Щоправда тут є одне дуже велике «але».

Астрономи з Оксфордського університету зробили прогноз, що увесь Всесвіт приблизно у 250 разів більше того, що ми можемо спостерігати і оцінювати.

Скоріш за все, ні ми, ні навіть наші нащадки не зможуть побачити, що лежить так далеко.

## Двовимірні сонячні панелі



Вчені знайшли матеріал для створення супер-ефективних двовимірних сонячних панелей.

Дослідники з Саудівської Аравії і США розробили двовимірні сонячні панелі, що володіють підвищеною стабільністю і вологостійкістю.

Змінивши структуру двовимірних перовскітових матеріалів, вчені продовжили термін роботи так званих гарячих носіїв, що вважалися ефективними, але крихкими, передає Town.

Гібридні органічно-неорганічні перовскіти — привабливий матеріал для сонячної енергетики, оскільки виробництво таких фотоелементів обходиться дешевше, ніж з кремнію. Однак, їх стабільність у довгостроковій перспективі сумнівна.

У якості альтернативи тривимірним гібридним перовскітам вчені можуть запропонувати двовимірні, які володіють підвищеною стабільністю і вологостійкістю.

Проте охолодження гарячих носіїв у цих матеріалах досі не вивчалось більш досконально. Цю прогалину і заповнює дослідження фахівців з KAUST і Технологічного університету Джорджії. Гарячі носії формуються енергією сонячного світла, від низько-енергетичного інфрачервоного спектра до високо-енергетичного ультрафіолетового. Сонячні панелі вловлюють цю енергію, коли фотони приводять електрони у збуджений стан.

Однак високо-енергетичне світло провокує появу надмірно збуджених гарячих носіїв, які витрачають енергію швидше, ніж сучасні сонячні матеріали можуть її вловити.

Вчені задалися питанням, чи може зміна органічного компонента гібридного двовимірного перовскіта уповільнити охолодження гарячого носія. Вони досліджували перовскіт з йодидом свинцю у поєднанні з трьома різними органічними компонентами, і виявили між ними суттєві відмінності. Виявилось, що етаноламін уповільнює процес охолодження найкраще.

Наступна мета команди вчених — розробка архітектури сонячних елементів на основі двовимірних перовскітових матеріалів і вивчення динаміки гарячих носіїв у різних поєднаннях.

## Спіральні галактики широко розповсюджені у Всесвіті



За допомогою космічного телескопа Hubble зняли спіральну галактику NGC 4380, яка, як зазначили в NASA, дуже нагадує «зяючий портал в інший вимір».

Про це йдеться у повідомленні на сайті Національного управління США з авіації та дослідження космічного простору.

Як розповіли вчені, відкрита галактика виглядає, як особливий спецефект з фантастичного фільму і схожа на ворота в інший світ.

Насправді ж така галактика є досить поширеною, підкреслили в NASA. «Спіральні галактики типу NGC 4380 широко розповсюджені у Всесвіті. Ці колосальні скупчення зірок, що часто налічують сотні мільярдів, мають форму плоского диска, іноді з округлим виступом у центрі», — йдеться у повідомленні.

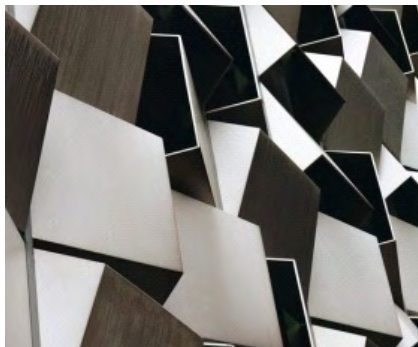


Як пояснили вчені, витончені спіральні «рукави», які затемняють смуги пилу, обвиваються навколо опуклого ядра, що яскраво світиться, має найбільшу концентрацію зірок у галактиці.

## Свинець стає твердішим за сталь

Свинець перетворили у надміцний матеріал під екстремальним тиском.

Цей метал легко дряпається, гнеться і карбується, але лише за нормальних умов.



При впливі на нього екстремального тиску свинець стає твердіше сталі.

Нові властивості свинець проявив під час експериментів, результати яких опубліковані у виданні *Physical Review Letters*.

Аби вивчити, як змінюється міцність свинцю під тиском, дослідники швидко стиснули зразок за допомогою лазерів, якими володіє Ліверморська національна лабораторія імені Лоуренса, розташована у Каліфорнії. Тиск усередині зразка

досяг приблизно 400 гігаскалів — такий же тиск відчуває ядро Землі.

Міцність матеріалу характеризує його реакцію на напругу — силу, прикладену до заданої області. Чим більшу напругу може витримати речовина, перш ніж вона деформується, тим вона міцніша.

Фізик Ендрю Крайгер з університету Лоуренса Лівермора і його колеги спостерігали, як коливання у свинці ростуть і змінюються в умовах високого тиску. Зростання було відносно повільним, а значить, метал був у 250 разів міцніший за свинець, що знаходиться у нормальних умовах, і приблизно в 10 разів твердіший за високоміцну сталь.

Дослідження показує, що тиск змінює структуру свинцю, викликаючи перебудову його кристалічної атомної решітки.

Вчені дійшли висновку, що саме ця структурна зміна призводить до перетворення свинцю у більш міцний метал.

Коли матеріали стиснуті, їхні властивості можуть суттєво змінитися.

Наприклад, водень, представлений на Землі у вигляді газу, під тиском може перетворитися на метал.

Розуміння того, як властивості речовини змінюються під тиском, може допомогти у створенні захисного спорядження нового рівня, наприклад, куленепробивних жилетів.

## Напівсинтетичні клітини людини

Вчені створили напівсинтетичні клітини людини.

Вчені Единбурзького університету в Шотландії розробили спосіб створення синтетичних біополімерів усередині живої клітини.

Про це повідомляється у прес-релізі на Phys.org.



*фото CC0 Public Domain*

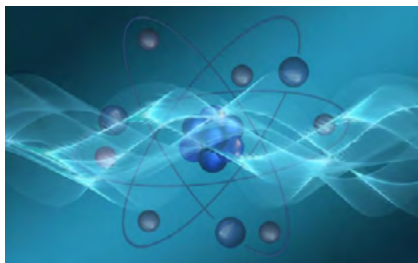
Дослідники додали в людські клітини молекули, які сприяють утворенню кисневих радикалів та інших реактивних речовин у присутності світла. Всередину клітинних культур було доставлено біологічно сумісні мономери.

Після цього на культури впливали ультрафіолетовим випромінюванням, що спричинило утворення вільних радикалів. Останні реагували з мономерами і «зшивали» з них полімер.

Вчені зазначають, що деякі з полімерів були флуоресцентними, формували п-частинки і навіть змінювали поведінку та рух клітин.

На думку дослідників, результати роботи допоможуть розвинути нову галузь хімічної біології. Крім того, вони планують детально вивчити вплив полімерів на клітинні культури.

## Телепортація між двома чіпами



Здійснено квантову телепортацію між двома чіпами — вчені.

Квантову телепортацію між двома чіпами провели фізики з Бристольського університету Великої Британії.

Вчені передали її між мікросхемами. Про це повідомляє журнал Nature Physics.

Під час цього процесу не використовували фізичні електронні зв'язки. Експерти застосували принцип сплутаних квантових станів. «Такий принцип теоретично може працювати на будь-якій відстані», — зазначив квантовий фізик Ден Левелін.

Він додав, щодві частинки пов'язані між собою. Аналіз однієї з них завжди дає відповідну інформацію про іншу, де б вона не перебувала.

Під час експерименту спеціалістам вдалось досягнути точності у 91 %. Це означає, що 9/10 усієї інформації було телепортовано правильно, та надалі її вдалось зчитати. Така технологія у майбутньому здатна допомогти створити надшвидкісний інтернет.

Раніше роботів навчили імпровізації. Американські вчені розробили алгоритм, який дозволяє машинам приймати рішення без допомоги людини.

## Зоряний пил древніший за Сонце



Експерти, вивчаючи вміст осколків метеорита, який упав у Австралії, виявили найдревніші з відомих на сьогодні сліди космічного пилу в Сонячній системі.

Сліди найдревнішої на даний момент матерії в Сонячній системі було виявлено в одному з фрагментів Мерчисонського метеорита. Космічному пилу близько семи мільярдів років.

Метеорит впав у 1969 році на півдні Австралії поряд з селом Мерчисон, на честь якого і назвали небесного прибульця.

«Можна сказати, що ми тримаємо в руках скам'янілі рештки зірок. Ці частки зоряного пилу знаходилися в ув'язненні всередині метеорита мільярди років тому. Це зробило їх ідеальними капсулами часу, всередині яких збереглися сліди епохи, яка закінчилася ще до народження Сонячної системи», — розповів доцент університету Чикаго Філіп Хек, який брав участь у дослідженні.

Хек та його колеги зацікавилися компонентами метеорита: зернами карбиду кремнію, тугоплавкого з'єднання вуглецю і кремнію.

Учені виміряли їхній вік, спираючись на співвідношення часток неону — 21 і гелію — 3. Фахівці розмололи кілька десятків великих зернин міжзоряної матерії, пропустили її через прискорювач часток і точно вивчали їхні долі.

З'ясувалося, що велика частина їх утворилася приблизно 4,6–4,9 млрд років тому. Це говорить про те, що перед появою Сонячної системи стався потужний спалах зірко-утворення по сусідству із «зародком» нашого світила.

Така ж подія сталася і приблизно сім мільярдів років тому.

«Раніше вважалось, що зірки формувалися у Чумацькому Шляху з приблизно постійною швидкістю.

Завдяки цьому метеориту і зернам пилу ми отримали перші прямі свідчення того, що це було не так. Сім мільярдів років тому в галактиці сталася подія, що різко прискорила формування нових світил», — підкреслив Хек.

## Перша в історії синтетична бактерія



Вчені виростили перший в історії організм з повністю зміненим ДНК.

Створений синтетичний геном може дати певні переваги у процесі розробки лікарських препаратів.

Вчені створили першу в історії синтетичну бактерію/pixabay.com

Вчені створили перший у світі організм, чиє ДНК повністю син-

тетичне і радикально переписане людьми. Створений лабораторний мікроб — це штам бактерії, який часто виявляють у ґрунті й кишківнику. Він подібний до свого природного відповідника. Але його виживання забезпечується меншим набором генетичних інструкцій.

Саме існування цього організму доводить можливість існування життя на основі меншого генетичного коду.

Це відкриває шлях до створення організмів, чия біологічна система буде призначена для виробництва ліків і корисних матеріалів або для створення нових якостей, таких як опірність до вірусів.

Упродовж двох років дослідники з лабораторії молекулярної біології Ради медичних досліджень у Кембриджі читали й змінювали ДНК бактерії під назвою *Escherichiacoli* (*Ecoli*). На основі цієї роботи вони створили клітини з синтетичною версією зміненого генома.

Штучний геном містить 4 мільйони базових пар — одиниць генетичного коду, описаний літерами G, A, T і C. Якщо його роздрукувати на стандартних аркушах А4, його повне вираження вмістилося б на 970 сторінках. І це найбільший геном з усіх, які вчені до сьогодні будували.

«Було абсолютно невідомо, чи можливо написати такий великий



геном і чи зможемо ми його так сильно змінити», — сказав експерт синтетичної біології Джейсон Чін, який очолив проєкт.

ДНК всередині клітини містить потрібні для неї інструкції для належного функціонування. Коли клітині потрібен білок для росту, приміром, вона читає ДНК і отримує інструкції щодо правильного виду білка. Літери ДНК виражаються в тризначній формі. Їх називають кодонами. Форма запису має такий вигляд: TCG чи TCA. Майже всі форми життя від медуз до людей, використовують 64 кодони. Але багато з них виконують одну і ту ж роботу. Загалом 61 кодон утворює 20 амінокислот, які можуть об'єднуватися, мов бісер, щоб утворити будь-який відомий у природі білок. Ще три кодони — це «стоп-сигнали». Вони сповіщають клітині, коли білок завершений. Це щось на зразок знака крапки, яка вказує на закінчення речення.

Команда з Кембриджу змінила геном *E coli*, видаливши з нього надлишкові кодони. Для цього вони за допомогою комп'ютера читали ДНК бактерії. Коли вони натикалися на значення TCG — кодон, який створює амінокислоту під назвою серин — то заміняли його на AGC, який виконує ту саму роботу. Вони переписували ще два кодони аналогічним чином.

Загалом, вчені внесли 18 тисяч правок, під час яких видалялися будь-які повторення у геномі бактерії. Переписаний генетичний код був потім хімічно синтезований. В результаті було створено повністю синтетичну *E coli* з переписаним ДНК. Вона отримала назву Syn61. Бактерія дещо довша, ніж природна, і росте повільніше. Однак, вона все одно жива.

## Чорна діра в центрі Чумацького Шляху важча за Сонце



Чорна діра Стрілець A\* розташована на відстані 26 тис. світлових років.

Астрономи довели, що надмасивна чорна діра в центрі Чумацького Шляху важча за Сонце мінімум у мільйон разів.

Дослідження, проведене на основі даних телескопа VLBA, опубліковане в arXiv.org, повідомляє Хайтек.

Чорна діра Стрілець A\* розташована на відстані 26 тис. світлових років і оточена гарячою радіовипромінюючою газовою хмарою діаметром близько 1,8 пк (1 пк — парсек дорівнює 3,2616 світлові роки або 30,8568 трильйонів км).

Астрономи припускають, що її маса становить 4,3 млн маси Сонця, а радіус — не більше 45 а. о.

На відміну від багатьох надмасивних чорних дір, Стрілець A\* перебуває у своєрідній сплячці і не поглинає матерію. Завдяки цьому вона не видає енергію і розжарену матерію — джети, тому практично є невидною для звичайних телескопів. Саме це дозволило існувати кільком десяткам зірок і великих хмар газу, які сформувалися у безпосередній близькості біля Стрільця A\*.

Та ж особливість утруднювала спостереження за нею і досі не дозволяла точно визначити її масу. Зробити це вдалося астрономам з Університету Годдарда та Інституту радіоастрономії у Бонні — за допомогою телескопа VLBA вчені вирахували мінімальну масу і передбачувану щільність чорної діри.

«Не всі повірили в те, що в центрі Галактики є надмасивна чорна діра, коли її сліди відкрили на стику віків за допомогою інфрачервоних телескопів, які стежили за рухом зірок у ядрі Чумацького Шляху. Наші вимірювання у радіодіапазоні зв'язали цей об'єкт із радіоджерелом Sgr A\* і мають повністю розвіяти ці сумніви», — заявив Андреас Брунталер, провідний автор дослідження.

Раніше астрономи виявили рекордно важку чорну діру — вона важить як 40 млрд сонць і розташована в галактиці Holm 15a у 85 млн світлових років від Землі.

## Поставлена під сумнів знаменита константа Хаббла

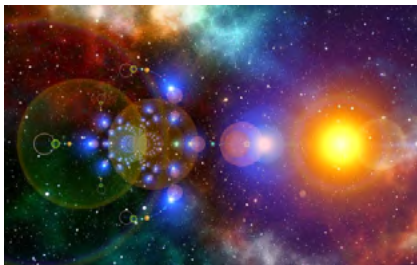


Фото: pixabay.com

Всесвіт регулярно підкидає ученим все нові можливості для обговорення і суперечок.

Здається, сучасна фізика дійшла до своєї екзистенціальної кризи.

Спостерігаючи за тим, як викривляється світло від далеких об'єктів, дослідники дійшли висновку про те, що методи вимірювання швидкості розширення Всесвіту не узгоджуються з реальними даними.

Джефф Чи-фан Чен, космолог з Каліфорнійського університету

в Девісі, поставив під сумнів знамениту константу Хаббла, яка вперше була обчислена американським астрономом Едвіном Хабблом близько 100 років тому. Відомо, що видатний вчений ХХ століття висунув гіпотезу про стрімке віддалення від Землі кожної галактики у Всесвіті зі швидкістю, що пропорційно дорівнює відстані цієї галактики від нашої Сонячної системи. Так чи варто нам попрощатися з даною теорією або їй поки ще є місце в сучасній фізиці?

Всесвіт — цікава річ, яка регулярно підкидає ученим все нові можливості для обговорення і суперечок.

Цього разу світобудова показала вченим, що постійно розширюючись, вона все одно зберігає пряму залежність між двома віддаленими один від одного об'єктами. Однак основна проблема настільки красивого і універсального наукового твердження полягає в тому, що сучасні дослідники розійшлися в думках щодо самого значення даної константи.

Так, вимірювання, виконані з використанням космічного мікрохвильового фону (КМХФ), який представляє собою залишки Великого Вибуху, припускають, що постійна Хаббла становить близько 74 351 кілометра на годину на мільйон світлових років.

Розглядаючи пульсуючі зірки, інша група астрономів знайшла, що постійна Хаббла приблизно дорівнює 81 100 кілометрів на годину на мільйон світлових років.

Подібна розбіжність в обчисленнях здається незначною, проте саме вона показує, що в методологію розрахунків закралася якась серйозна помилка.

## Повне зображення центру нашої галактики

Вперше отримано повне зображення центру нашої галактики

НАСА представило найбільш свіжий і найбільш докладний інфрачервоний знімок центральної частини нашої галактики Чумацький Шлях. Ця панорама, що охоплює відстань понад 600 світлових років, складена на основі даних стратосферної обсерваторії SOFIA і космічних телескопів «Гершель» і «Спітцер».

Нове зображення центру галактики є одним з найбільш детальних на сьогодні. Основу зображення становлять знімки, зроблені інфрачервоною камерою для зйомки слабких об'єктів FORCAST найбільшого у світі стратосферного телескопа обсерваторії SOFIA, розташованої на борту реактивного лайнера Boeing 747SP.

Складене інфрачервоне зображення центру нашої галактики Чумацький Шлях, що охоплює понад 600 світлових років.

SOFIA досліджує Всесвіт, вивчаючи довжини хвиль середнього і дальнього інфрачервоного діапазону. Завдяки цьому, на зображеннях, отри-



маних стратосферною обсерваторією, видно теплий галактичний матеріал, що випромінює на довжинах хвиль, недоступних для інших телескопів. Поєднання цих знімків з результатами зйомки дуже гарячих і холодних об'єктів, виконано космічними телескопами «Спітцер».

НАСА і «Гершель» Європейського космічного агентства, дозволило вперше скласти повне інфрачервоне зображення центру галактики. Зображення було представлено у січні 2020 року на щорічній зустрічі Американського астрономічного товариства у Гонолулу.

В середині зображення видно надмасивну чорну діру, яка підсвічується з усіх сторін, а також недоступні для спостереження раніше деталі зоряного скупчення виступають криві кластери арок з найбільш щільною концентрацією зірок у нашій галактиці, а також кластер Квінтуплет — щільне скупчення молодих масивних зірок, кожна з яких у мільйон разів яскравіша за наше Сонце. «Неймовірно бачити наш галактичний центр в деталях, які ми ніколи не бачили раніше, — наводяться в прес-релізі НАСА слова Джеймса Радомські (JamesRadomski) з Університетської асоціації космічних досліджень Наукового центру SOFIA.

— Вивчення цієї області було схоже на складання головоломки з відсутніми фрагментами. Дані SOFIA заповнюють дірки, значно наближаючи нас до отримання повної картини».

Центральні області Чумацького Шляху мають значно більше щільного газу і пилу, які є будівельним матеріалом для нових зірок, у порівнянні з іншими частинами галактики.

Однак, тут у 10 разів менше масивних зірок, ніж очікувалося.

Зрозуміти причину цієї невідповідності до останнього часу було важко через те, що космічний пил між Землею і ядром галактики заважає спостереженнями. Але за допомогою інфрачервоного світла це стало можливим.

Нові дані свідчать про те, що поблизу кластера Квінтуплет і арок зібрано велику кількість теплого матеріалу, з якого формуються нові зірки.

Детальний аналіз структури цього матеріалу допоможе вченим пояснити, як найбільш масивним зіркам в нашій галактиці вдалося сформуватися так близько одна від одної у відносно невеликому регіоні, незважаючи на низьку щільність зірок у навколишніх областях. «Розуміння того, як відбувається масове народження зірок у центрі нашої Галактики, дає нам інформацію, яка допоможе дізнатися про інші, більш віддалені галактики», — говорить учасник проекту Метью Хенкінс (MatthewHankins) з Каліфорнійського технологічного інституту в Пасадені.

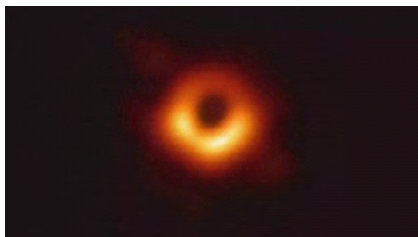
Завдяки знімкам обсерваторії SOFIA вчені також змогли побачити матеріал, яким живиться надмасивна чорна діра, розташована в центрі нашої Галактики. Виявилось, що кільце діаметром близько 10 світлових років, що оточує чорну діру відіграє ключову роль у її живленні, оскільки воно збирає теплий матеріал, який у кінцевому підсумку буде поглинутий.



## Про явище «надсвітлового руху»

Струмінь плазми зі знаменитої чорної діри рухається на межі швидкості світла.

Чорна діра, фотографія якої минулої весни прикрашала всі видання про космос і науку, прославилася знову. Астрономи виміряли швидкість вузлів матерії, що входить до складу релятивістського струменя, який виривається з неї. Виявляється, вона перевершує 99% швидкості світла.



Кілька років тому телескоп «Габбл» отримав зображення релятивістського струменя, що виривається

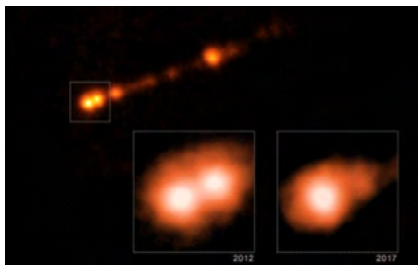
з центру чорної діри.

Астрономи вивчали його у різних довжинах хвиль, і в підсумку встановили за допомогою рентгенівської обсерваторії «Чандра», що певні ділянки цього джета рухаються зі швидкістю, що перевищує 99% від швидкості світла, пише сайт NASA.

Чарльз Крафт з Гарвард-Смітсонівського центру астрофізики представив результати дослідження на зустрічі Американського астрономічного товариства в Гонолулу.

### Що виявили вчені

Чорні діри на зразок M 87 притягують до себе матерію, яка, обертаючись, утворює навколо діри аккреційні диски. Однак лише невелика частина матерії потрапляє в діру. Решта повертається назад у космос у формі струменя плазми або джета, траєкторія якої збігається з лініями магнітного поля. Ці струмені не однорідні, у них є згустки або вузли, які можна розглядити через рентгенівські телескопи.



Спостереження за деякими з цих вузлів показують, що вони розвинули неймовірну швидкість: вузли, розташовані ближче до центру — у 6,3 раза вищі, ніж швидкість світла; а решта — у 2,4 раза вищі ніж швидкість світла.

## Джети з чорної діри M 87

Слід відразу ж зазначити, що фундаментальна фізична стала граничної швидкості світла не спростована — йдеться про явище «надсвітлового руху». Це ілюзія, яка виникає, коли об'єкт рухається з релятивістською швидкістю і по траєкторії, близькій до лінії прямої видимості.

Астрономи й раніше спостерігали подібні швидкості у джетів, але ніколи — в рентгенівському діапазоні. Інакше кажучи, досі вони не були впевнені, що настільки швидко рухаються саме згустки матерії, а не ударні хвилі.

## Як стався перехід від простих бактерій до складніших видів

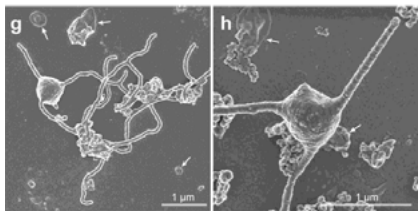


Фото: *Prometheoarchaeum syntrophicum*.

Фото: *Imachietal., bioRxiv*

Мікроорганізм розкрив головну еволюційну віху.

Учені отримали відповідь на ключове питання в еволюції на Землі, зокрема, як стався перехід від простих бактерій до складніших видів — грибів, рослин, тварин і людей. Про це повідомляє Reuters.

Згодом їм вдалося у лабораторних умовах виділити організм, який може бути предком усього складного життя на Землі. Він належить до специфічної групи архей, названих

аскардцями і які об'єднують у собі ознаки багатоклітинних бактерій.

Мікроорганізм названий *Prometheoarchaeum syntrophicum*, на честь грецького бога Прометея. *Prometheoarchaeum* має сферичну форму, його діаметр складає 500 нанометрів. У нього довгі, часто щупальцеподібні відростки, що розгалужуються на зовнішній поверхні.

Тривалий час учені сушили голову над тим, як стався еволюційний перехід від таких простих бактерій-подібних клітин до перших елементарних грибів, рослин і тварин. На основі проведених досліджень, учені припустили, що бактерія могла заплутатися у відростках *Prometheoarchaeum* і пізніше була поглинута. Зрештою, з'явилася органела — внутрішня структура клітини, яка є важливим компонентом.

За словами учених, саме так могли з'явитися на Землі перші еукаріоти — живі організми, клітини яких містять ядро.

«Ми змогли отримати повний геном *Prometheoarchaeum* і довести, що ці архей-ї мають багато генів, які, як вважається, є тільки у еукаріотів», — заявив провідний автор дослідження, мікробіолог з Японського на-

ціонального інституту передових промислових наук і технологій Масару Нобу.

Також було встановлено, що *Prometheoarchaeum* безпосередньо залежить від бактерії-компаньйона.

«Організм споживає амінокислоти через симбіоз з партнером. Так відбувається тому, що організм не може ні повністю переварити амінокислоти, ні отримати енергію, а також побудувати власну клітину без сторонньої допомоги», — додав Нобу.

## Аномальні частки, спростовують сучасну фізику



Міжнародна група вчених зафіксувала аномальні частки, чиє походження залишається нез'ясовним.

Про відкриття, яке може спростувати сучасні уявлення про фізику часток, повідомляється у препринті, опублікованому в репозиторії arXiv.org.

Дослідники виявили декілька кандидатів у нейтрино за допомогою детекторів на атмосферному зонді

ANITA (англ. Antarctic Impulsive Transient Antenna).

Дві з трьох подій, інтерпретовані як тау-нейтрино, виявилися пов'язані з атмосферною зливою високоенергетичних часток, що виникли при взаємодії атмосфери Землі з тау-лептонами. Останні вилетіли з ядра Землі, з яким взаємодіяли тау-нейтрино, що прийшли з іншого боку планети.

Третє можливе нейтрино знайдене під час пошуку ефекту Аскар'яна — випромінювання, що виникає при проходженні часток з близькосвітловими швидкостями через речовину Землі.

Проте учені також не виключали, що ця подія пов'язана з фоновною радіацією.

Фізики спростували гіпотезу, що усі зафіксовані нейтрино мали космічне походження і виникли у природних прискорювачах (наприклад, блазарах).

У такому разі мав би виникнути вторинний потік низькоенергетичних нейтрино, до яких чутливі детектори Ice Cube, з певними характеристиками.

Було проаналізовано дані, зібрані підлідною обсерваторією нейтрино за сім років, проте ніяких ознак такого потоку виявлено не було.

Уперше високоенергетичні нейтрино було зафіксовано детекторами Ice Cube у 2013 році.

Вважається, що частина цих часток народжується при взаємодії космічних променів і матерії (або радіаційних полів) в околицях природних космічних прискорювачів.

Інший тип високоенергетичних нейтрино виникає при взаємодії космічних променів з космічним мікрохвильовим фоном. Ці частки проходять через Землю з усіх напрямів однорідним потоком.

За словами учених, походження зафіксованих кандидатів у нейтрино неможливо пояснити у рамках Стандартної моделі.

У разі однорідного потоку ANITA мала фіксувати подібні події під іншими кутами спостереження.

Не було знайдено також можливого джерела нейтрино в напрямі для кандидата у нейтрино, виниклого в результаті передбачуваного ефекту Аскар'яна.

Проте ці аномалії можуть пояснюватися новою фізикою, яка припускає наявність аксіонної і важкої темної матерії, стерильних нейтрино і суперсиметрії.





Вчені Кембриджського університету у Великій Британії з'ясували роль випадкових процесів у розвитку складних біологічних організмів з клітин, що дозволяє розкрити таємницю виникнення багатоклітинного життя, повідомляється у прес-релізі на Phys.org.

Дослідники вивчили розвиток бактеріальних біоплівочок, які виникають, коли бактерії, що вільно живуть, прикріплюються до поверхні і починають взаємодіяти одна з одною, створюючи тривимірну структуру, що нагадує багатоклітинний організм. Такий консорціум надає мікроорганізмам додаткових переваг для виживання, включаючи підвищену стійкість до стресових факторів навколишнього середовища.

Вчені простежили за долею окремих генетично ідентичних клітин у складі біоплівочок. Виявилось, що клітини здатні брати на себе одну з двох можливих ролей. Одні перетворюються на суперечності, утворюючи резервний пул бактерій, а інші продовжують рости і активують захисні стресові реакції.

Вибір між двома взаємовиключаючими функціями здійснюється завдяки генетичним механізмам, а саме регуляторному фактору  $\sigma^A$ , який пригнічує утворення спор.

Виявилось, що  $\sigma^A$  випадково овключається і вимикається у бактеріях, формуючи ділянки зі спорами і захисними клітинами.

Така пульсація регулятора відіграє ключову роль у створенні просторових структур при формуванні біоплівочок.

## Виявлено нову форму життя

Вчені знайшли раніше невідому екстремальну форму життя.

Науковцям з Університету Абердіна, які займалися вивченням гідрату метану (легкозаймистий лід), вдалося знайти мікроскопічних істот, які живуть в екстремальних умовах. Колонії мікробів було виявлено всередині бульбашок нафти і води, які перебували у замерзлих пластах гідрату метану.

Провідний автор дослідження доктор Глен Снайдер помітив незвичайну порошкоподібну речовину, коли плавив шматок легкозаймистого льоду. Цей порошок складався з крихітних сферичних структур з темними серцевинами.

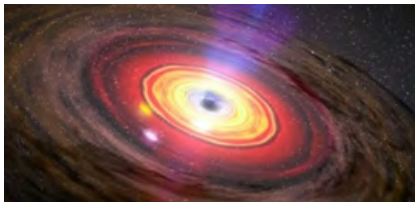
Дослідники з'ясували, що нафта розщепилася разом з мікроорганізмами, які перебували у гідраті метану.

«У поєднанні з іншими доказами, зібраними моїми колегами, результати аналізу показали, що життя може процвітати навіть при майже міну-

сових температурах і надзвичайно високих тисках, використовуючи лише важку нафту і солону воду в якості їжі», — заявив один з науковців Стівен Боуден.

За словами дослідників, їхнє відкриття стало ще одним доказом того, що життя може існувати в екстремальних умовах, у тому числі, гіпотетично, й на інших планетах.

## Речовина зі швидкістю, що перевищує швидкість світла



Астрономи виявили, що знаменита чорна діра в центрі галактики M87 вивергає потоки речовини зі швидкістю, що перевищує швидкість світла.

У 2019 році, завдяки телескопу EventHorizon, було отримано зображення M87 — перша в світі фотографія

чорної діри, яка зробила її неймовірно знаменитою. Ця діра розташована в центрі однойменної галактики, також відомої як NGC 4486. Гігантська еліптична галактика віддалена від Землі приблизно на 53 мільйони світлових років, а її довжина становить близько 240 000 світлових років — тобто вона трохи більше Чумацького Шляху. Що виділяє M87 — так це фантастична кількість зоряних скупчень: 12 000 проти жалюгідних 200 в нашій рідній галактиці.



Сама ж чорна діра являє собою окремий феномен: вона приблизно в 6,5 мільярдів разів масивніше Сонця, і, крім того, випромінює в простір потоки розжареної «наполовину вареної» зоряної речовини, протяжність яких складає 5000 світлових років.

Саме вони і становлять той самий світловий ореол, що оточує чорну діру на фото. Знаменита фотографія чорної діри в галактиці M87.

Астрономи стверджують, що багаторічні спостереження сходяться в одному: речовина вивергається з чорної діри зі швидкістю, що значно перевищує швидкість світла. Результати останнього дослідження представлені в роботі, опублікованій в журналі Nature.

Результати останнього дослідження представлені в роботі, опублікованій в журналі Nature.



Результати останнього дослідження представлені в роботі, опублікованій в журналі Nature.

ній в *Astrophysical Journal*. Чому це відбувається і як таке взагалі можливо? Як відомо, через колосальну гравітацію чорна діра притягує до себе будь-яку матерію, яка потрапляє в її поле.

По мірі наближення до горизонту подій ця речовина прискорюється, що, укупі з тертям частинок одну об одну, формує так званий акреційний диск.

Однак не всі речовини потрапляють всередину чорної діри: насправді, там виявиться лише невелика її частина, а решта прямує назад в космос на величезній швидкості.

Однак, хоч вивержена субстанція і приймає форму витягнутого проміння, вона несхожа на рівномірний потік — це скоріше неоднорідні створені згустки.

Потік речовини, знятий на телескоп «Хаббл».

Але нас же зі школи вчили, що у Всесвіті немає об'єктів, здатних рухатися швидше швидкості світла, хіба не так?

За словами Бреда Сніуса, одного із співавторів дослідження, вчені «не зламали фізику, але знайшли у Всесвіті унікальний приклад над світлового руху». Це явище залежить від швидкості об'єкта і траєкторії його руху в прямій видимості нашого ока. Коли об'єкт рухається зі швидкістю, близькою до швидкості світла, виникає ілюзія того, що це відбувається на нереалістично високих швидкостях. Все тому, що насправді речовина переміщується майже так само швидко, як і світло, яке вона випускає. Нічого не зрозуміли?

Не хвилюйтеся, для астрономів це теж велика загадка. Ба більше: ми вперше спостерігаємо таке явище в рентгенівському світі, а тому не можемо бути впевнені, що на над світловій швидкості рухається саме речовина, а не, скажімо, світлові імпульси. До речі, швидкість руху найшвидшого потоку перевищила швидкість світла в цілих 6,3 рази — є над чим міркувати.

## Що повинні робити вчені

Як працює і як не працює наука?

Слід в першу чергу «йти у народ», займатись просвітництвом та популяризацією, а лише потім говорити про розвиток науки всерйоз.

Цитата із виступів владних структур нашої держави: «Давайте будемо платити науковцям 20 % прибутку від їх ідей та винаходів? Що ви думаєте про це?»

Що, думаєте малий відсоток? Та ні, відсоток цілком прийнятний (особливо від «ідей» — от мені цікаво, за якою методикою розрахувати відсоток від ідей дарвінівського добору, неевклідової геометрії або релятивістської фізики?), і взагалі це предмет торгу.

Справа в іншому: наука та науковці не роблять винаходів! І не повинні! Спробую «на пальцях» пояснити, як саме наука впливає на розвиток технологій, та далі через технології на економіку.



Сподіваюсь, такі прізвища як Фарадей та Максвел, Резерфорд щось говорять навіть економістам. Шкільний курс, основні закони електромагнетизму, та модель будови атома.

На електромагнетизмі працюють усі гаджети, зокрема ті, через які владні структури демонструють свої уявлення про науку, а я намагаюсь якось дохідливо висловити свою оцінку цих уявлень.

Тож питання, чи електромагнетизм, і модель будови атома, впливає на технології та економіку, — певно очевидне, і не дискутується.

Все просто?

Так, але ні Фарадей, ні Максвел, ні Резерфорд ... не винайшли жодного гаджету! Жодного!!! І навіть не намагались!

Ці джентльмени з цікавості вивчали, як працює механізм Всесвіту, які закони рухають його «коліщатка», а за 4 роки до своєї смерті у 1933 р. Ернест Резерфорд дав інтерв'ю своєму біографу і послідовнику Оліфанту Маркусу Лоренсу Ельвіну: «Безперечно ці радіоактивні перетворення насамперед цікаві науковцям. Але ми, можливо ніколи, не зможемо використовувати атомну енергію на такому рівні, щоб вона мала комерційний інтерес! І можливо ніколи не зможемо зробити цю роботу. Нас передовсім цікавить ця проблема з наукової точки зору...».

Цей прогноз, попередження Резерфорда був сприйнятий світовою науковою та інженерною спільнотою, як помилковий.

Але автор цієї статті так не вважає. Від того, якою буде точка зору у вдумливого читача після всіх трагічних подій кінця ХХ та початку ХХІ століття, пов'язаних з використанням атомної енергетики у світі, та після широких протестів громадськості проти використання атомної енергетики, залежить майбутнє..

Атомна енергетика — дуже молода галузь науки і техніки. Вона бере свій початок 27 червня 1954 р., коли в Радянському Союзі перша у світі АЕС у м. Обнінську була залучена до московської енергосистеми.

Жодна галузь техніки не розвивалася так швидко, як ядерна енергетика. Звичайним електростанціям знадобилося 100 років, щоб досягти такого рівня інженерної техніки й експлуатації, якого досягла вже до 1970 р. ядерна енергетика.

А от у наступному поколінні прийшли Едісон, Тесла, Марконі, академік колишнього СРСР Александров (головний конструктор атомних реакторів на Чорнобильській електростанції) — і використали, як вивчені Фарадеєм та Максвелом і Резерфордом закони природи можна застосувати для практичної користі. Бо кожному своє, і «з кожного за здібностями». І все. «Всього лише». Вчений — одна «архітектура мозку», інженер-винахідник — інша. А от результати їх використання надзвичайно різні...

5 травня 1965 року академік колишнього СРСР Петро Капиця у своїй Стокгольмській доповіді висловив думку про те, що математичні розрахунки ймовірності аварій на атомній електростанції надійними бути

не можуть, бо їм бракує такого фактора, як ентропія людської поведінки, та й просто ентропія. У відповідь академік Александров вручив колезі «Правила ядерної безпеки на ядерних станціях»...

Вчений, інженер, — вони не є взаємозамінними, вони доповнюють один одного. І доповнюють саме з кроком в одне покоління. Саме так працює наука, саме так відбувається прогрес — і в цій історії Фарадей та Максвелл, Резерфорд не отримають «свої 20 %», бо нема з чого!

У парадигмі недовчених вони виходять «зайвими» та не заслуговують на оцінку, натомість гідно оцінені нами Едісони, Тесли, Александрови, які мають взятись абсолютно невідомо звідки, певно, за Аристотелем: «самозародитися з багна»...

Так, буває що процес переходу від наукового пізнання до практичного застосування його результатів відбувається дещо швидше, ніж це було з електромагнетизмом та радіоактивним розпадом.

Атомну бомбу зробили певною мірою ті самі люди, які розробляли теорію ядерного розпаду — але також з відстанню між теорією та практикою у чверть століття.

Цю чверть століття вони мали дохнути з голоду, бо ще не заробили «свої 20 %», тоді як померши, за такою логікою, вони стали мільярдерами (ну або навпаки — отримати 20 % від руїн Хіросіми, Нагасакі, Чорнобиля, АЕС Фукусима-1)...

Наука — процес пізнання, процес отримання нових знань.

Головне у всій цій історії — наука і винахідництво, це, як кажуть в Україні «дві великі різниці».

Наука — процес пізнання, процес отримання нових знань. Винахідництво та інженерія не продукують нових знань, але на основі здобутків науки вигадують девайси для поліпшення нашого життя (або ж частіше для позбавлення життя, але це вже до іншої дискусії).

Що може бути менш практичним, аніж вивчення бактерій та архей, які мешкають у гарячих джерелах та гейзерах Єлоустонського парку?

Правда ж, цікавість заради цікавості, панські забаганки? А от тільки саме знайдена у цих екзотичних бактерій термостійка полімераза лежить в основі багатомільярдної індустрії ПЛП-аналізів, без яких сьогодні не можна уявити медицину (та ще багато чого). Патент на цю полімеразу було продано за \$300 млн.

Але — в основі було наукове дослідження, покликане «просто» прояснити, в який такий спосіб деякі організми виживають за тих температур, за яких усі інші варяться «вкруту»? А на виході несподівано вийшов суперпатент на принципово нову технологію. От так це інколи спрацьовує.

Ще швидше вийшло з системою CRISPR, яка від відкриття у процесі вивчення такої суто академічної теми як імунітет у бактерій за якісь 10 років перетворилась на потужну нову технологію редагування геному — але це виняток, який швидше підкреслює загальне правило.

Загалом, біотехнології наразі поступаються у темпах зростання лише IT-галузі (і то ще, як рахувати) — але ж відкривачі подвійної спіралі ДНК Крік та Уотсон, на чийому відкритті базуються усі без винятку біотехнології, самі не винайшли жодної комерційної технології, вони «лише» пояснили, у який спосіб живі організми зберігають та передають спадкову інформацію, усе інше робили інші люди, їхні учні та послідовники. Тож Крік з Уотсоном 20 % аж ніяк не заробили, куди їм...

Останнім часом хештег «наука важлива» став модним, і це само по собі тишити. Можливо, для науки в країні наближається світанок. Але — якщо ми не дамо перетворити підтримку науки на чергову профанацію. А на те схоже.

Колись країна вже пережила трагедію «перемоги скотоводів над муховодами».

Трохим Лисенко та його посіпаки привернули прихильність сталінського режиму саме тим, що обіцяли одразу вирощувати гіллясту кущисту пшеницю, подвоювати надої молока тощо, тоді як «вейсманіст-морганісти» розводили у пробірках абсолютно непотрібних у народному господарстві мух-дрозофіл. Сталін обрав скотоводів, а «муховоди» пішли «виправлятися працюю» у ГУЛАГу.

Тільки от ті країни, де вченим дали можливість розводити мух у пробірках, наразі випереджають нас і по врожаях пшениці, і по надоях молока, не кажучи про більш сучасні технології.

Повторення лисенківщини під неолібертаріанськими гаслами стане останнім цвяхом у домовину нашої науки.

На відміну від сталінських часів, наразі кордон відкритий, і ті, хто розуміє свою неумісність у «системі 20 %», просто поїдуть туди, де наука продовжує займатись своєю справою — пізнанням світу.

Ми ж лишимось очікувати, невідомо на якій основі, нових чудесних винаходів. А в очікуванні будемо далі відтворювати модель економіки, яка склалась на наших землях ще за Античної доби: гнати баржі із пшеницею з родючого Причорномор'я, натомість отримуючи «айфони» та електромобілі.

Так чинили ще наші прапращури — скіфи, вимінюючи на зерно кераміку та прикраси у еллінів... І так триватиме, доки кліматичні зміни (за вивчення яких також ніяк не нарахуєш 20 %) не перетворять наші чорноземи на пустелю.

Попри все, вірю у перемогу розуму!

## **Як полум'я спонтанно прискорюється та переходить в детонацію**

Вчені відкрили механізм вибуху наднової, який породив Всесвіт.

Відомий нам космос з'явився в результаті Великого вибуху, але причини цієї події досі були загадкою для вчених.



Аналогічний, але маленький вибух відтворили американські вчені, щоб зрозуміти, що стало ключем до виникнення Всесвіту.

Коли зірки вмирають, вони залишають після себе наднові, які іноді світять яскравіше, ніж породили їх галактики.

Один з таких вибухів міг бути причиною виникнення всього Всесвіту. Такий само вибух, але в лабораторії, відтворили вчені з Університету Центральної Флориди.

У статті журналу Science вони детально описали механізм, який викликав вибух наднової — ключ до розуміння виникнення Всесвіту.

Спочатку вчені не мали наміру розкривати загадки світобудови, а проводили випробування гіперзвукових двигунів, однак у процесі натрапили на важливу критерій, необхідний для вибуху такого масштабу.

«Копнувши глибше, ми виявили, що цей механізм можна запустити, щоб пасивне полум'я стало дуже активним, — розповів один з дослідників, Карім Ахмед, в інтерв'ю Inverse. — Воно досягає точки, коли відбувається детонація, яка і є, по суті, надновою».

Команда вчених тестує міні-вибух у лабораторії Університету Центральної Флориди.

Смерть зірки з масою в 10–100 разів більшою за Сонце викликає вибух наднової. У галактиці, на зразок Чумацького Шляху, таке відбувається приблизно кожні 50 років, але як такий вибух стався уперше — залишалося загадкою.

Ось вірогідне пояснення: в процесі вмирання зірка починає згоряти, поглинаючи кисень та вуглець, а потім процес прискорюється і закінчується сильним вибухом.

Вчені задалися питанням, як полум'я спонтанно прискорюється та переходить у детонацію.

Відповідь вони знайшли у поєднанні турбулентності з пасивним полум'ям.

В результаті відбувається потужний вибух, який вони й спостерігали у лабораторії.





тичленого кільця у складі інденіла у шестичленне вуглецеве кільце з високою реакційною здатністю. Одержане з'єднання, єт основою для складніших ПАВ, чиє утворення також відбувається за високотемпературних умов.

Зрештою в міжзоряному середовищі формується сажа і вуглецеві гранули, які зустрічаються у метеоритах, таких як вуглисті хондрити.

Хоча давно було відомо, що близько 20 % вуглецю в космосі зустрічається у вигляді поліароматичних вуглеводнів, учені досі не знали, які саме процеси призводять до їх створення.

У попередніх роботах пропонувався механізм послідовного приєднання бензолених кілець, проте він виявився занадто повільним і неефективним для великих ПАВ. Оскільки ПАВ швидко руйнуються при дії космічних променів, світловою радіацією і ударними хвилями, стає складно пояснити, чому міжзіркове середовище багате на ПАВ.

Радикал-радикальний механізм допомагає розв'язати цю проблему.

## Одна з найдревніших істот на Землі

Знахідка зроблена в ущелинах Янцзи.



В ущелинах Янцзи на півдні Китаю було виявлено сліди однієї з найдревніших істот, з тих, які будь-коли населяли Землю.

Вік доісторичної багатоніжки *Yilingiaspiciformis* становить понад півмільярда років.

Як передає [newformat.info](http://newformat.info), про це йдеться у звіті, опублікованому дослідницькою групою:

«Виявлені сліди залишила древня істота, що нагадує своїм видом сучасну стоногу.

Довжина її тулуба мала близько 27 сантиметрів, а ширина — від 5 до 20 міліметрів, — припускають учені.

Як з'ясувалося в результаті досліджень, тіло багатоніжки складалося з п'ятдесяти сегментів:

«Типові організми з сегментованими симетричними тулубами, здатними приймати нескладні рішення, наприклад, щодо спрямованості свого руху, з'являються досить швидко і це є одним з найважливіших етапів еволюції».

Найважливіше відкриття цього дослідження — до таких істот, названих «білатеріями», належить порядку 99 % усіх живих організмів планети.

Вияток становлять лише губки, пластинчаті і подібні до них організми, констатують учені:

«Виявлення слідів цієї древньої багатоніжки є дуже важливим підтвердженням того, що ще до так званого Кембрійського вибуху, який імовірно

стався 540 млн років тому, на Землі існували живі організми, — говорять учені. І додають: — і не просто організми, а організми, здатні цілеспрямовано пересуватися».

А це, у свою чергу, дає можливість глибше просунути у питанні вичення самої еволюції.

## Знайдено найнебезпечнішу чорну діру у Всесвіті



За 12 млрд світлових років від нас виявилася надмасивна чорна діра, що поглинає речовину на рекордній швидкості, за кілька днів «з'їдаючи» масу, еквівалентну Сонцю.

Астрономи відкрили «найгоłodнішу» з надмасивних чорних дір / фото [naked-science.ru](http://naked-science.ru)

Надмасивні чорні діри в активних центрах великих галактик здатні вирости до неймовірних розмірів, досягаючи маси у мільярди сонць.

Швидкість цього зростання може бути різною, і чорна діра J2157–3602 тут рекордсменка. До своєї значної маси приблизно у 20 млрд мас Сонця вона додає ще по одному відсотку кожен мільйон років.

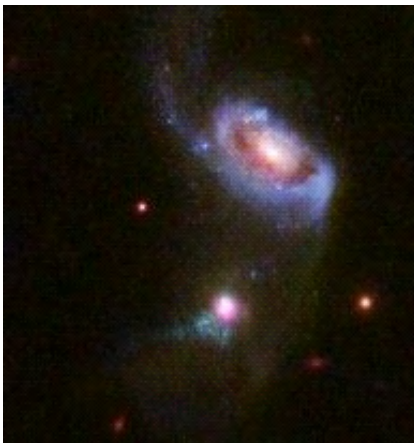
Раз на два дні у її надрах зникає маса, рівна масі всієї нашої зірки, передає [Naked Science](http://Naked Science), посилаючись на матеріал [arXiv.org](http://arXiv.org).

Читайте також Вчені показали знімок, на якому чорна діра «поїдає» галактику.

Для спостережень Крістіан Вольф і його співавтори використовували космічні апарати ESA Gaia і NASA WISE, а також наземний телескоп ANU Sky Mapper.

Вчені зазначають, що J2157–3602 демонструє і рекордну швидкість: величезна маса речовини, яка потрапляє у неї, у тисячі разів яскравіша, ніж уся галактика, яка оточує чорну діру. Якби вона розташовувалася в центрі Чумацького Шляху, то ночами світло країв чорної діри було б удесятеро яскравіше

за повний Місяць. Це потужне випромінювання зробило б, швидше за все, неможливим життя на Землі.



Раніше повідомлялося, що група астрономів виявила в центрі Чумацького Шляху кілька десятків зоряних скупчень, всередині яких можуть перебувати до 20 тисяч чорних дір.

### **З'явилася чорна діра неподалік від Сонячної системи**

Астрономи наблизилися до пояснення дуже дивного космічного явища — вкрай яскравого спалаху в сузір'ї Геркулеса, розташованого у 200 млн світлових років.

Подія отримала назву AT2018cow або «Корова» — учені вважають, що в результаті сталося народження нейтронної зорі або навіть чорної діри.

Спалах AT2018cow, що стався у липні 2018 року, зафіксований дослідниками з проекту ATLAS, був таким яскравим, що дехто з дослідників вирішив, що вибух стався у Чумацькому шляху.

Проте згодом астрономи визначили, що подія сталася в галактиці GCG 137-068, розташованій в сузір'ї Геркулеса на відстані 200 млн світлових років від Сонця.

Спалах став найяскравішим з тих, що вдавалося спостерігати ученим. Дослідженням події займалися дві команди учених — з команди Global Relay of Observatories і проекту CSIRO.

Астрономи встановили, що ударна хвиля в результаті вибуху рухалася зі швидкістю в одну десяту світлової.

На основі спостережень вони припустили, що спалах стався в результаті народження нейтронної зорі або навіть надмасивної чорної діри маю, що в сотні тисяч разів перевищувала масу Сонця.

### **Спосіб підтримання штучного фотосинтезу**



Учені знайшли нове джерело «необмеженої поновлюваної енергії».

Група учених з Кембріджа зуміла розробити спосіб підтримання штучного фотосинтезу, який зрештою може дати нам «необмежене джерело поновлюваної енергії».

Штучний фотосинтез існує вже багато десятиліть, але учені не могли підтримувати його в масштабах, достатньо великих для використання на промисловому рівні, при цьому без використання дорогих або забруднюючих речовин.

У новому експерименті дослідники з Кембріджського університету зосередилися на ферменті гідрогеназу, знайденому у водоростях. Цей



фермент виявився ключем до простого і масштабного процесу штучного фотосинтезу.

Провідний автор Катарина Сокіл (Katarzyna Sokół) вважає, що цей новий процес дозволить вчинити переворот у сфері поновлюваних джерел енергії.

## **Струмені, які дозволять вивчати процеси усередині чорних дір**

Учені змогли створити у лабораторних умовах плазмовий струмінь.

Плазмовий струмінь, створений фізиками з Університету Райс в Техасі, дозволить вивчати процеси, які відбуваються усередині чорних дір, пише Science Alert.

Учені отримали дані про щільність плазмового струменя, його температуру, довжину і когерентність.



Ці параметри допомагають порівняти лабораторну плазму з тією, яка знаходиться в космосі.

«Зараз ми створюємо стабільні, надзвукові і сильно намагнічені плазмові струмені, які можуть дозволити нам вивчати астрофізичні об'єкти на відстані світлових років», — зазначив астрофізик Едісон Лян, один з керівників групи.

Двадцять окремих лазерних променів круглої форми було націлено на пластикову мішень, аби викликати спучення плазми, яка потім під тиском розширювалася, утворюючи плазмовий струмінь завдовжки 4 мм з напруженістю магнітного поля понад 100 Тесла (Це в 10 тис. разів сильніше, ніж маленький магніт).

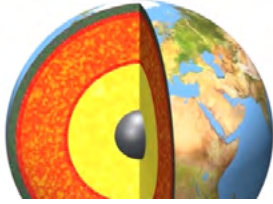
При цьому лазерні промені — не звичайні джерела світла. Вони були виготовлені лазером OMEGA в Лабораторії лазерної енергетики. Це один з найпотужніших лазерів у світі. Він здатний фокусувати величезні енергетичні імпульси на дуже маленьких об'єктах.

Плазмою є дуже гаряча суміш електрифікованих атомних часток, яка відіграє ключову роль у еволюції зірок, чорних дір та інших космічних елементів.

## **Джерело, яке підживлює магнітне поле Землі**

Досі вважалося, що мантія не бере участі у формуванні геомагнітного поля Землі.

Учені імітували умови мантії і з'ясували, що гематит при цьому збирає магнітні властивості.



Нове відкриття змушує переглянути механізми виникнення геомагнітного поля і засумніватися в історії зміни магнітних полюсів Землі.

Ілюстрація Global Look Press  
Йдеться про те, що у формуванні магнітного щита нашої планети бере участь її мантія.

Нагадаємо, що магнітне поле Землі захищає усе живе від згубного потоку космічної радіації, а атмосферу — від «здування» сонячним вітром.

Та час від часу магнітні полюси Землі міняються місцями, і під час цього «перевороту» магнітний щит слабшає. Коли це станеться наступного разу? Як довго триватиме період уразливості? Наскільки ослабне захист?

Аби впевнено відповісти на ці питання, треба якомога точніше уявляти собі усі чинники, що визначають існування геомагнітного поля і впливають на нього.

Першу скрипку тут грає, зрозуміло, земне ядро і кільцеві струми в ній (з XIX ст. відомо, що електричний струм породжує магнітне поле). Свій внесок роблять також струми у верхніх шарах атмосфери (іоносфері). Але не слід скидати з рахунку і феромагнітні породи, у складі нашої планети.

Нагадаємо, що феромагнетика — це особливий клас матеріалів. Вони значно посилюють магнітне поле, в яке занурені. Тому, наприклад, в електромагнітах присутні залізні сердечники (залізо — класичний феромагнетик). Крім того, ці речовини зберігають намагніченість, навіть якщо поле, яке викликало її, вже зникло.

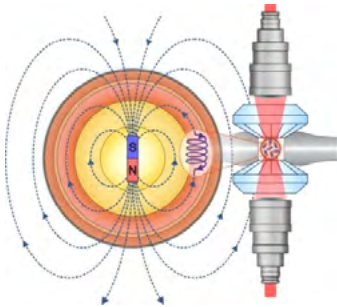
З матеріалів з особливо хорошою «пам'яттю» роблять постійні магніти.

У земній корі феромагнетика, безперечно, є. А ось чи є вони у мантії?

Ще недавно геофізики вважали, що ні. Річ у тім, що у кожного феромагнетика є критична температура, вище за яку він втрачає свої феромагнітні властивості. Експерти припускали, що речовина мантії занадто

сильно розігріта, аби працювати магнітом. Шар, що становить майже 70% маси Землі, оголошувався «магнітно мертвим». Проте прямих експериментальних даних про те, чи зберігають ті або інші породи феромагнітні властивості, отримано не було. Це пов'язано з тим, що умови мантії не так-то легко відтворити.

Та вчені імітували умови мантії і з'ясували, що гематит при цьому зберігає магнітні властивості.



Ілюстрація TimofeyFedotenko.

Автори нового дослідження вирішили закрити цю прогалину. Їх цікавило, чи зберігаються феромагнетики у літосферних плитах, які занурюються у глибини Землі в океанічних жолобах.

З теоретичних міркувань дослідників виходило, що єдиними матеріалами, з якими має сенс експериментувати, є оксиди заліза. Для всіх інших феромагнітних компонентів земної кори в мантії свідомо занадто жарко.

Найпоширеніша форма оксиду заліза у літосферних плитах, що занурилася на глибини 300–600 км (верхня мантія і перехідна зона між верхньою і нижньою мантією), — це гематит. Основу цього мінералу становить з'єднання  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . До речі, він також відомий, як червоний залізняк, і це одна з головних залізних руд.

Саме цей мінерал досліджували геофізики. Вони стискали його в алмазних ковадлах, піддаючи тиску до 900 тисяч атмосфер. Одночасно крізь прозорі ковадла матеріал нагрівали лазерним променем, доводячи його температуру до відмітки понад 1000 °С. Одночасно вимірювалися магнітні властивості речовини. На здивування учених, виявилось, що гематит залишається феромагнетиком аж до температури 925 °С. Саме такі умови панують у плитах, що «потонули», під західною частиною Тихого океану.

«Ці нові знання про мантію Землі і регіон сильного магнетизму в західній частині Тихого океану можуть пролити нове світло на будь-які спостереження магнітного поля Землі», — говорить перший автор статті Ілля Купенко (Ilya Kupenko) з університету Мюнстера в Німеччині.

Річ у тім, що саме в цій частині земної кулі геофізики спостерігають магнітні аномалії. Раніше вони інтерпретувалися як маршрут однієї з минулих міграцій магнітного полюса Землі. Тепер з'ясувалося, що його подорож може бути ні при чому.

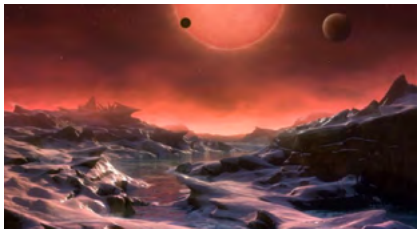
Магнітний слід міг залишити гематит літосферних плит, що занурилися у мантію. Якщо це припущення підтвердиться, історію інверсій (переворотів) магнітного поля планети доведеться переглядати.

«Тепер ми знаємо, що у мантії Землі є магнітні упорядковані матеріали, і це має враховуватися при будь-якому майбутньому вивченні магнітного поля Землі і руху [його] полюсів», — резюмує співавтор статті Леонід Дубровінський (Leonid Dubrovinsky) з Байройтського університету, — також в Німеччині. Ці знання стануть у нагоді і планетологам, що вивчають, наприклад, магнітне поле Марса, а також тим, хто планує зробити його більш придатним для життя землян.

## **Більшість планет непридатні для складного життя**

Нове відкриття скорочує зону пошуку складного позаземного життя.

Ученим, можливо, доведеться переглянути свої оцінки кількості планет за межами Сонячної системи, які можуть бути населеними.



У новому дослідженні фахівців з Каліфорнійського університету в Ріверсайді повідомляється, що наявність токсичних газів у атмосферах більшості планет робить їх непридатними для складного життя, яким ми його знаємо. Про свої умовиводи дослідники діляться у статті, розміщеній у журналі *The Astrophysical*

*Journal*. Прес-реліз дослідження опублікований сайтом *Phys.org*.

### ***Як шукають населені екзопланети?***

Традиційно, обґрунтована частина пошуків позаземних цивілізацій зосереджувалась на діапазоні, який серед астрономів прийнято називати «населеною зоною» (що визначається як діапазон відстаней від зірки), перебуваючи у ній, планета теоретично могла б мати на поверхні воду у рідкій формі. Проте ця умова буде справедливою лише для основних одноклітинних мікробів, але не для складних форм життя, таких, як тварини, до переліку яких входять багато видів, починаючи від простих губок і закінчуючи людиною.

Стаття учених, опублікована в *The Astrophysical Journal*, показує, що облік прогнозованих рівнів певних токсичних газів зводить цю безпечну, для існування складного життя зону, як мінімум удвічі, а в деяких випадках і повністю її усуває.

«Ми вперше використали розрахунки фізіологічних меж життя на Землі для того, щоб передбачити вірогідність розподілу складних форм життя в інших місцях Всесвіту», — пояснює один з авторів дослідження Тімоті Лайонс.

«Уявіть собі безпечну для складних форм життя населену зону, здатну підтримувати існування багатих екосистем, подібних до земних.

Наші результати показують, що складні екосистеми, на зразок нашої, не можуть існувати у більшості районів населеної зони, як вважалося раніше», — додав він.

Використовуючи комп'ютерне моделювання для вивчення атмосферного клімату і фотохімії на різних планетах дослідники розглянули особливості такого газу, як діоксид вуглецю.

Будь-який ақвалангіст знає, що наявність великої кількості цього газу в організмі, — здатна убити.

Проте планети, що знаходяться занадто далеко від своєї зірки, потребують вуглекислого газу, оскільки він створює парниковий ефект, необхідний для підтримання на їхній поверхні температури вищої за нуль. Точно так, як і на Землі.

«Аби вода могла бути присутньою у рідкій формі на поверхні планети, що знаходиться на краю звичайної населеної зони, цій планеті потрібна в десятки тисяч разів більше діоксиду вуглецю, ніж сьогодні є на Землі. А це, як відомо, набагато вище за рівні, визнані токсичними для людини і в цілому тваринного життя на Землі», — говорить Едвард Швітерман, провідний автор нового дослідження.

У ході нового дослідження учені з'ясували, що токсичність вуглекислого газу обмежує життя простих організмів на половину традиційної населеної зони. Для людей та інших більш складних тварин безпечна зона скорочується до менш ніж однієї третини від цієї області.

Більше того, для деяких зірок взагалі не існує ніякої безпечної зони. До їх числа входять і дві найближчі сусідки Сонця — Проксима Центавра і TRAPPIST-1.

Тип і інтенсивність ультрафіолетового випромінювання, яке випускають ці холодніші, тьмяніші зірки, можуть призвести до високих концентрацій окислу вуглецю (чадного газу), ще одного смертельного газу. Він зв'язується з гемоглобіном у крові тварин, який транспортує кисень через організм. Навіть невелика його кількість може призвести до загибелі клітин організму через брак кисню.

Окисел вуглецю не може накопичуватися на Землі, оскільки наше гарячіше і яскравіше Сонце викликає хімічні реакції в атмосфері, які швидко його руйнують. Попри те, що група дослідників нещодавно дійшла висновку, що мікробна біосфера може процвітати, у тому числі і на планеті з надмірним окислом вуглецю, Швітерман підкреслює, що «це безперечно не буде хорошим місцем для життя людей або тварин, принаймні аналогічних тим, що живуть на Землі».

## *Де у Всесвіті можливе життя?*

На сьогодні астрономами підтверджено відкриття майже 4000 планет, що обертаються навколо інших зірок. Але жодну з них нам не вдасться відвідати особисто. Вони просто занадто далеко. Найближчою до нас є Проксима Центавра b. Щоб до неї долетіти, використовуючи наявні у нашому розпорядженні технології, потрібно буде 54 400 років. Тому єдиним на даний момент способом вивчення екзопланет залишаються телескопи, за допомогою яких можна виявити присутність різних газів у їхніх атмосферах.

«Наші відкриття дають нам можливість вирішувати, яку з цих незліченних планет ми маємо досліджувати детальніше», — говорить Крістофер Рейнхард, ще один співавтор дослідження.

Попередні дослідження цієї групи учених вже лягли в основу розробки нових космічних телескопів, які зможуть ефективніше займатися пошуком позаземного життя.

Водночас, усі сучасні спроби виявити позаземне життя доводять, наскільки рідкісною і особливою є наша планета. На думку Швітермана, якщо позаземне життя десь і існує у Всесвіті, то, напевно, приховано глибоко під поверхнею планет.

«Наскільки нам відомо, — продовжує науковець, — Земля є досі єдиною планетою у Всесвіті, яка може підтримувати складне життя на своїй поверхні».

## **Галактичні нитки**

Дивні галактики «наплювали» на закони фізики: учені спантеличені. Радіоміст між галактиками, на думку учених, порушує фізичні властивості матерії.

Між скупченнями галактик Abell 0399 і Abell 0401 було виявлено «радіоміст».

Тридцятирічне вивчення Всесвіту призвело до унікального відкриття — галактичних ниток. Галактичні нитки зв'язують галактики між собою плазмою. Тягнуться ці структури на мільйони світлових років, по яких рухаються електрони на швидкості, близькій до світлової, зв'язуючи між собою усі велетенські структури на зразок галактик деякою подібністю «радіомосту».

Проте астрофізики відкрили незвичайну властивість цих ниток. Між скупченнями галактик Abell 0399 і Abell 0401 було виявлено «радіоміст» неймовірно велетенських розмірів — завдовжки у 10 мільйонів світлових років. Особливість його в тому, що електрони, проходять по ньому набагато довший шлях, ніж їм «дозволяють» закони фізики — згідно з розрахунками, електрони мали б давно зруйнуватися, перш ніж здолають таку велетенську відстань, але цього не відбувається.

На думку астрофізиків, електронам допомагає турбулентне магнітне поле, що виступає прискорювачем часток.

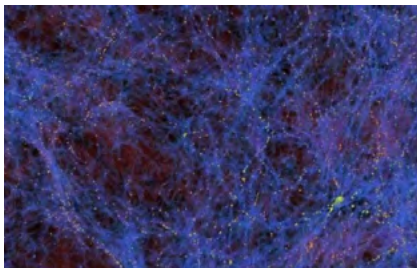
Тепер перед дослідниками постало непросте завдання — знайти джерело електромагнітного поля у галактичних нитках.

## **Про передбачувану частку, яка підходить під опис темної матерії**

Науковці з Каліфорнійського університету знайшли передбачувану частку, яка підходить під опис темної матерії і яку потенційно можна виміряти.

Завдяки відкриттям у сучасній фізиці людство навчилося переміщатися на надзвукових швидкостях, запускати космічні апарати у найвіддаленіші куточки Сонячної системи, досліджувати об'єкти на відстані у сотні мільйонів світлових років від Землі і тепер збираються переселити людей на інші планети.

Але, коли мова заходить про об'єднання фізичних явищ на макро- і мікрорівнях — у наукового співтовариства немає єдиної відповіді на фундаментальні питання про будову Всесвіту.

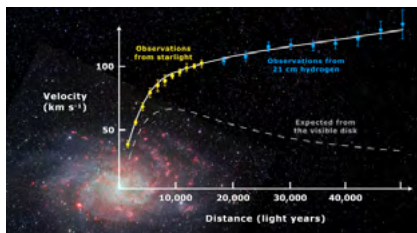


Замість фізики пропонують лише теорії і припущення, які можуть бути далекими від суті того, що відбувається насправді.

Лева частка з цих питань торкається Загальної теорії відносності (ЗТВ) Альберта Ейнштейна, а точніше спостережуваних фізичних явищ, які суперечать цій засадничій для сучасної науки теорії.

Приміром, згідно з теорією Ейнштейна, чим далі об'єкт розташований від центру своєї галактики, тим менша гравітаційна сила має на нього діяти і, відповідно, тим меншою буде швидкість його обертання. Проте, останні спостереження астрономів

говорять про зворотнє: швидкість обертання зовнішніх об'єктів постійно збільшується, всупереч тому, що відстань між ними росте і сам по собі Всесвіт розширюється.



Щоб заповнити цю прогалину в знаннях людства про структуру Всесвіту, близько 100 років тому учені прийшли до теорії так званої темної матерії. Ця речовина нібито

формує приховану масу усіх об'єктів і є причиною високих швидкостей їх обертання.

Якщо темна матерія дійсно існує — вона повинна займати значну частину Всесвіту (приблизно її чверть).

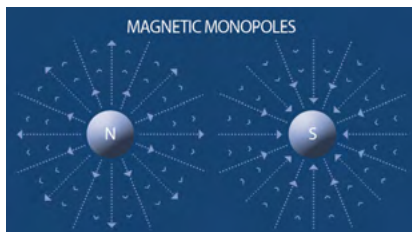
Але, проблема в тому, що ніхто досі не бачив цієї матерії, адже вона не випускає електромагнітного випромінювання, не взаємодіє з ним безпосередньо і, ймовірно, складається з часток, про які ми ще не знаємо.

У червні 2019 року, фізики-теоретики з Каліфорнійського університету опублікували дослідження, в якому вони не лише описали чергового претендента на звання темної матерії, а й знайшли спосіб, як його засікти.

### ***Одностатевий магніт***

Тривалий час за темну матерію приймали вімп — теоретичну, слабовзаємодіючу масивну частку. Але, досі, вімп так і не вдалося помітити у практичних експериментах.

Нове ж дослідження, яке презентували фізики із США на конференції Планка в Іспанії на початку червня 2019-го, свідчить, що темною матерією може бути видозмінена альтернатива вімпа — магнітний монополь.



Цю частку вже описували у квантовій теорії, і головна її характеристика — наявність лише одного магнітного заряду.

Згідно з припущенням учених з Каліфорнії, темний магнітний монополь взаємодіятиме з темними фотонами і електронами точно так, як відбувається взаємодія звичайних фотонів і електронів зі звичай-

ним монополем у квантовій теорії.

Відкриття несе не лише нову потенційну частку, з якої може складатися темна матерія, а й метод, за допомогою якого її можна засікти.

«Фізик Пол Дірак передбачив, що електрон, який рухається по колу біля монополя змінює фазу у своїй хвильовій функції. Оскільки у квантовій теорії електрони існують як частки і хвилі, один і той самий електрон може проходити по обидві сторони від монополя і, відповідно, знаходиться поза фазою на іншій стороні».

Таке явище називається ефектом Ааронова-Бома, і означає, що електрон, який знаходиться біля магнітного поля, піддається впливу цього поля, навіть не проходячи через нього.

У вчених поки немає необхідного устаткування, щоб засікти це явище, оскільки теоретична зміна фази електрона, з огляду на вірогідний магнітний монополь, буде майже непомітною.

Незважаючи на це, автори дослідження нагадують, що коли проект з лазерно-інтер-ферометричною, гравітаційно-хвильовою обсерваторією (LIGO) для виявлення гравітаційних космічних хвиль представили уперше — у світі ще не було необхідних технологій для проведення практичного експерименту.

Не факт, що через кілька десятків років фізики не зможуть засікти існування магнітного монополя і не визначать, що саме формує значну частину Всесвіту.

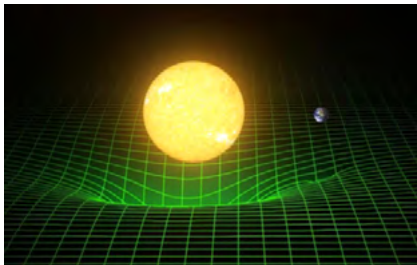
### *А може, це гравітація?*

Нагадаємо, на початку 2019-го учені з університету Південної Данії опублікували дослідження, згідно з яким додаткову вагу космічних об'єктів формує зовсім не темна матерія, а інші закони гравітації, які діють у величезних масштабах.



Один з авторів роботи — фізик Юрій Смирнов — писав: «Ми припустили, що кожен досить щільний компактний об'єкт у космосі створює навколо себе невидиму сферу, яка визначає, як закони фізики поведуться зі зростанням відстані. Ця сфера має допомогти нам зрозуміти різницю у малих і великих масштабах».

Згідно з їхньою теорією, об'єкти, які знаходяться усередині цієї невидимої сфери підкоряються класичній теорії тяжіння Ньютона і взаємодіють з масивним об'єктом (зіркою) в центрі.



Але, об'єкти, які виходять за межі сфери отримують значно більше гравітаційне зусилля від центральної зірки, навіть якщо їхня маса залишається колишньою.

Учені підраховали, що розмір такої невидимої сфери пропорційний масі центрального об'єкта.

Приміром, якщо в галактиці ця сфера матиме радіус у кілька тисяч світлових років (відстань, на якій

помітна дія темної матерії), — відповідна сфера навколо нашого Сонця матиме радіус у 50 тис. астрономічних одиниць (а. о.).

Враховуючи, що одна а. о. відповідає відстані від Землі до Сонця, а на дистанції в 50 а. о. знаходиться край нашої Сонячної системи, — нам недоступні об'єкти, на яких би можна було протестувати альтернативну гравітаційну дію Сонця.

## Про їх дослідження або колонізацію говорити не доводиться



Астрономи знайшли унікальні планети недалеко від Землі.

Незважаючи на близькість розташування системи, говорити про її дослідження або колонізацію не доводиться.

Астрономи, які працюють в рамках проекту CARMENES (місія з пошуку планет за межами Сонячної системи), виявили два нових не-

бесних тіла, потенційно придатних для життя. Знаходяться вони не дуже далеко від Землі.

Відомо, що небесні тіла обертаються навколо червоного карлика (Teegarden), який знаходиться на відстані 12,5 світлових років від Землі.

Назвали планети Teegarden B і Teegarden C, вони нагадують внутрішні планети Сонячної системи.

Їхня маса лише трохи перевищує масу Землі, а розташовані вони у населеній зоні (так називають зону, у межах якої теоретично можна знайти воду в рідкому стані).

На жаль, незважаючи на близькість розташування системи Teegarden (за космічними мірками), говорити про її дослідження або колонізацію не доводиться, позаяк за існуючих технологій політ до цього червоного карлика може зайняти до 400 тис. років.

Нагадаємо, вчені продовжують вивчати екзопланети, що обертаються навколо одиночної зірки TRAPPIST-1.

Так, група вчених з Університету Джорджа Вашингтона вважає, що на поверхні однієї з екзопланет — TRAPPIST-1e — може бути водяний океан.

Також повідомлялося про те, що в атмосфері однієї з планет, що обертається навколо зірки HR 8799 в сузір'ї Пегаса, вчені виявили воду.

## Відкриття, яке змінить уявлення про матерію



Науковці зробили неймовірне відкриття, яке змінить уявлення про матерію.

Американським дослідником вдалося отримати *p*-частинки, структуровані за допомогою ДНК, які проявляють властивості електронів.

Таке відкриття не лише уможливить відкриття нових матеріалів, а й змінить уявлення про матерію.

### *Результати дослідження.*

Вченим вдалося «сконструювати» *p*-частинки, пов'язані особливим «клеєм» з ДНК, що утримує їх за аналогією з атомами металу. Про це йдеться на сайті Space Daily.

При руйнуванні зв'язків між дрібними частинками вони «котяться» через кристалічну решітку, утримуючи разом більших «сусідів».

Ця унікальна властивість, за словами вчених, може призвести до появи безлічі нових технологій у галузі оптики і електроніки.

«Ми ніколи не бачили нічого подібного раніше. У наших симуляціях частки виглядають, як орбітальні електрони. Море електронів мігрує по металах, виступаючи в ролі клею, скріплюючи усе разом. Ось чим стають ці *p*-частинки — мобільним клеєм, який скріплює усе разом», — зауважили дослідники Північно-Західного університету США.

Для чого це потрібно?

«Це призведе до появи матеріалів, що володіють потенційно вражаючими властивостями, які ніколи раніше не спостерігалися.

Це кидає виклик усьому тому, що ми думаємо про створення матерії. Це основна частина роботи, яка матиме тривалий ефект», — додали науковці.

### **Майбутнє дослідження.**

Надалі вчені планують розглянути можливості використання електронно-подібних частинок для створення нових матеріалів з корисними властивостями.

Хоча в поточних дослідженнях використовувалися п-частинки золота, у перспективі очікується поява різних колоїдних кристалів з унікальними властивостями.

## **Наявність «живого» газу на Марсі**

На Марсі знайшли головний доказ життя на планеті.

Чотири різні прилади трьох апаратів уловили джерело живих організмів. «Живий» газ було виявлено за унікального збігу обставин.

NASA оголосило про те, що ровер Curiosity («Кьюриосіті») виявив головний хімічний елемент, який сигналізує про наявність життя на Марсі у минулому.

У атмосфері Червоної планети було знайдено сліди метану — газу, який зазвичай продукується живими істотами, повідомляє New Scientist.

Останній вимір, проведений у кратері Гейл, показав наявність у нім величезної кількості метану, будь-коли виявленого на Марсі.

Проте не менш важливим виявилось те, як саме було знайдений «живий» газ. Допоміг випадок. У момент проведення вимірювань два супутники Mars Express і Trace Gas Orbiter спостерігали за цим районом приблизно в один і той же час.

Отже, дослідження цієї місцевості було виконано з подвійною точністю, що підтвердило наявність метану на Марсі у великих кількостях двома незалежними науковими інструментами.

«Нам була дана унікальна можливість перевірити наукове відкриття за допомогою чотирьох різних інструментів», — прокоментував Мазко Джуранна з Національного інституту астрофізики в Італії, який очолює групу розробників приладу для вимірювання метану на зонді Mars Express, що обертається навколо Марса з 2003 року.

Дослідники планет зацікавлені в метані на Марсі, тому що цей хімічний елемент може бути головним доказом існування життя на цій планеті, нехай навіть і в минулому.

Звичайно, його можна отримати з геологічних джерел, але на Землі переважна більшість газу викидається в атмосферу життєдіяльністю мікробів та іншими живими істотами.

За останні роки вчені кілька разів фіксували невеликі кількості метану на Марсі, які було важко вловити приладами. Висока погрішність призводила до скептицизму щодо минулих спостережень за метаном.

Але цього разу вчені, з великою долею вірогідності, можуть підтвердити наявність «живого» газу на Червоній планеті.

## Несподіване відкриття про чорні діри

Швидкість обертання чорних дір дуже здивувала вчених, оскільки значення виявилися граничними для фізичних об'єктів.

Під час вивчення п'яти квазарів дослідники зробили дивовижне відкриття. Квазари є ядрами активних галактик, у центрі яких знаходяться надмасивні чорні діри, що активно поглинають речовину.

За допомогою рентгенівського телескопа «Чандра» астрономам вдалося виміряти швидкість обертання чорних дір, використовуючи визначення параметрів речовини, що активно поглинається цими загадковими об'єктами. Свої результати вони опублікували у *The Astrophysical Journal*.

Одне з найважливіших завдань при вивченні квазарів — визначення швидкості обертання чорних дір, бо воно пов'язане з історією зростання таких об'єктів, взаємодією з навколишньою речовиною, розміром останньої стійкої орбіти та ініціацією релятивістських струменів, які можуть чинити дію на усю батьківську галактику.

Група з п'яти квазарів, швидкості чорних дір яких були виміряні з високою точністю.

Речовина, що падає на чорну діру, утворює розігрітий аккреційний диск, — і ще більш розжарене і розріджене гало навкруги.

Рентгенівське випромінювання центрів активних галактик характеризується нетепловим спектром зі ступеневою залежністю і добре пояснюється моделлю, де відносно холодний аккреційний диск є джерелом ультрафіолетових фотонів, які в процесі зворотного комптонівського розсіяння, на дуже гарячих електронах у гало, отримують додаткову енергію. Частина високоенергетичних фотонів, що виходять, потрапляє назад на аккреційний диск, створюючи відбите випромінювання, одним з основних компонентів якого є лінія високо-іонізованого заліза Fe K $\alpha$  з енергією 6,4 кілоелектронвольт.

Властивості випромінювання у цій лінії (розширення, коливання максимуму тощо) давно використовують для визначення характеристик аккреційного диска і чорної діри.

Вважається, що ця лінія виникає дуже близько до центру системи, строгих доказів цього немає.

Автори дослідження звернули увагу, що вивчені об'єкти усі відхиляються в один бік від емпіричної закономірності Івасаві-Танігучі, яка пов'язує еквівалентну ширину лінії Fe K $\alpha$  з рентгенівською світимістю.

Виявилось, що в усіх п'яти об'єктів еквівалентна ширина, тобто ширина лінії з максимальним поглинанням, площа якої (інтегральний потік) такий самий, як у даної, такої, що більше передбачається на основі встановленої залежності.

Астрономи вважають, що це відхилення пояснюється мікролінзуванням, тобто гравітаційним лінзуванням на не вельми масивному об'єкті, наприклад зірці, яке не призводить до спотворення форми джерела, але є причиною короткочасного підвищення яскравості.

Автори аргументують цю інтерпретацію тим, що мікролінзування посилює світіння яскравіших самих центральних областей, а світимості різних зображень квазара виявляються різні.

У рамках цієї гіпотези учені оцінили область випромінювання лінії Fe K $\alpha$ : половина світла випромінювала з відстані в 5,9–7,4 гравітаційних радіусів чорних дір, що набагато менше, ніж область генерації безперервного рентгенівського випромінювання.

Близькість прихильності до центральної чорної діри можна використати для оцінки швидкості її обертання, оскільки, завдяки ефекту Лензе-Терінга, чорні діри, що обертаються, допускають обертання по ближчих орбітах.

Обертання в усіх випадках виявилися великі — значення відповідного параметра виявилось вище 0,7 при граничному значенні в одиницю (швидкості світла), а у разі об'єкта Q 2237 0305 — понад 0.92.

## Речовина у сполуці берилію порушує закони хімії

Вчені змінили кристалічну решітку у сполуці берилію.

Дослідники з Росії, Німеччини і Швеції спільно довели можливість існування речовин, нереальних з точки зору звичного розуміння законів хімії. Авторам нової роботи вдалося змінити кристалічну решітку у сполуці берилію.

Підавши сполуку берилію впливу тиску, що в сотні тисяч разів перевищує атмосферний, дослідники добилися перетворення кристалічної структури матеріалу до п'яти і шести атомів кисню навколо атома берилію, хоча раніше вважалося, що максимально можливе число не перевищує чотирьох.



«Ми працювали з херлбутітом — однією з форм сполуки берилію з хімічною формулою  $\text{CaBe}_2\text{P}_2\text{O}_8$ . У класичних умовах він має тетраедральну структуру — берилій формуює чотиригранні піраміди з атомами кисню, і донедавна вважалося, що це максимально можлива координація берилію.

Однак наші колеги з Німеччини провели експеримент, в результаті якого з'ясувалося, що кристалічна структура може перебудовуватися», — розповідає один з авторів дослідження, професор Ігор Абрикосов.

Як пояснив учений, у ході експерименту матеріал поміщався в алмаз-не ковадло, де піддавався впливу надвисоких тисків. Так, при тиску в 17 ГПа (170 тисяч земних атмосфер) відбулося збільшення числа атомів кисню оточуючих берилій до п'яти, а при тиску в 80 ГПа (800 тисяч земних атмосфер) кристал перебудовувався так, що це число зросло до шести.

«Це неймовірний результат, ніким і ніколи не представлений раніше. Саме тому йому було потрібно і теоретичне обґрунтування, опрацювання якого ми зайнялися незалежно на нашому суперкомп'ютері», — підкреслив Абрикосов.

Теоретичне моделювання результатів експерименту було проведене вченими НІТУМіСіС у рекордно короткі терміни — всього за один місяць.

Для вирішення рівняння Дірака, яке описує стан електронів у речовині, з заданими перемінними була задіяна вся обчислювальна потужність суперкомп'ютерного кластера лабораторії. Результати обчислень майже повністю збіглися з результатами експерименту — відмінності мінімальні, і знаходяться у допустимих рамках похибки.

## Вперше вдалося отримати знімок чорної діри



Астрономи за допомогою телескопа Event Horizon Telescope вперше отримали знімок надмасивної чорної діри і її тіні.

Як повідомляється на сайті обсерваторії, об'єкт розташовується у центрі галактики Messier 87 (M87) у кластері Діви.

Event Horizon Telescope (ЕНТ) — це група з восьми телескопів, розташованих по всьому світу, створена спеціально для того, щоб отримати знімок чорної діри. На представленому зображенні розмістилася чорна діра, яка знаходиться на відстані 55 млн світлових років від нашої планети, вона у 6,5 млрд разів масивніша за Сонце.

«Ми отримали перше зображення чорної діри. Це видатний науковий прорив, який вдалося здійснити команді з понад 200 учених», — заявив проєктний директор ЕНТ Шеперд Доелман.

Дослідникам вдалося отримати знімок яскравого кільця з темним центральним регіоном — тінню чорної діри. «Оскільки ми отримали знімок тіні, ми можемо порівняти зображення з комп'ютерними моделями, які включають фізику простору, що викривляється, перегрітої речовини

і сильних магнітних полів. Більшість з побаченого на знімку відповідає нашим теоретичним уявленням на подив добре», — заявив один з дослідників Пол Т. П. Хо.

## **Рідкісний ізотоп залізо-60**

Вчені виявили у свіжому снігу на території Антарктиди надзвичайно рідкісний ізотоп залізо-60, який потрапив на Землю з міжзоряним пилом не більше 20 років тому. При цьому вищезазначений ізотоп міг з'явитися внаслідок спалаху наднової не більше кількох мільйонів років тому.

Про це йдеться у публікації у *Physical Review Letters*, передає *PhysicsWorld*.

У роботі, провідним автором якої виступив Домінік Коль з Австралійського національного університету, перевірялася ідея, що викиди при вибухах наднових продовжують потрапляти на Землю й сьогодні. Для цього автори зібрали близько 500 кілограмів свіжого снігу поруч із німецькою станцією Конен, що знаходиться у кількох сотнях кілометрів від узбережжя Антарктики. Сніг транспортували у первинному вигляді до Німеччини, де його розтопили і провели мас-спектральний аналіз.

Вчені виявили приблизно 73 тис. атомів заліза-60, що відповідає приблизно 1,2 атомам на квадратний сантиметр антарктичного снігу на рік.

Походження всередині Сонячної системи виключене на основі порівняння з концентрацією магнію-53, який утворюється при реакціях із космічними променями — отримане відношення виявилось набагато вищим за очікуване при подібному каналі утворення.

Походження внаслідок земних ядерних випробувань подібним чином відкинуте через порівняння з ізотопом заліза-55, який виходить у відомих кількостях під час вибуху атомних бомб.

Отже, авторам дослідження вдалося виявити перше свідчення недавнього потрапляння речовини наднової на Землю.

Вчені вважають, що відкриття важливе, оскільки показує, що, як мінімум, частина пилу в Місцевій міжзоряній хмарі, крізь яку Сонячна система рухається зі швидкістю 26 км за секунду, породжена надновими.

Дослідники збираються перевірити цю гіпотезу, вимірявши концентрацію заліза-60 у старому снігу. Якщо гіпотеза правильна, то варто очікувати різкого підвищення приблизно 40–50 тис. років тому, коли Сонце потрапило у Місцеву міжзоряну хмару.

## **Про «неможливу» чорну діру**

Астрономи за допомогою телескопа «Хаббл» виявили в центрі тьмяної галактики надмасивну чорну діру, оточену потужним диском матерії, що обертається.



Як повідомляє NASA, згідно з існуючими теоріями, такий диск не повинен існувати.

Об'єкт розташовується в галактиці NGC 3147 на відстані 130 млн світлових років від Землі.

Чорні діри в галактиках схожі на NGC 3147 «недоїдають», оскільки гравітаційно захопленого матеріалу недостатньо для того, щоб регулярно їх живити.

Тому тонкий серпанок матерії утворює щось, схоже на пампушку, а не «розплющується» на диску.

## Учені виявили нові стани чарівного баріону

Два легкі кварки і один чарівний. Учені знайшли нову частку на Великому адронному колайдері у липні 2019 року.

Учені виявили нові стани чарівного баріону, які з великою вірогідністю є новими частками  $\Lambda_b(1d)$  (лямбда-б баріон (1d) і  $\Sigma_b$  (сигма-б баріон).

Про відкриття стало відомо на конференції з фізики елементарних часток EPS-HEP.

За словами Павла Кроковного, співробітника колаборації LHCb, Баріон  $\Lambda_b$  є часткою, що складається з двох легких кварків (u-верхнього і d-нижнього) і важкого b-чарівного кварка. Його збуджені стани передбачалися теорією, проте раніше не спостерігалися. Їх маси дорівнюють 6146 і 6152 мегаелектронвольт.

Згідно з теоретичною моделлю, розробленою у 1986 році, ще до відкриття першого чарівного баріона, мають існувати дві частки з дуже близькими масами —  $\Lambda_b(1d)$ , де 1d — це орбітальний момент, рівний двом, а також  $\Sigma_b$ . Проте для однозначних виведень необхідно провести вимірювання квантових чисел спостережуваних в експерименті часток — спіна, парності і ізотопічного спіна.

Науковці знають, які існують кварки і яким математичним законам вони підкоряються.

Проте досі немає математичного апарату, який дозволив би «вивести» маси частини що складаються з кварків, час їхнього життя і вірогідності розпадів.

«Ми змушені застосовувати різні наближені методи для передбачення таких часток, і часто вони суперечать одне одному, — пояснює Антон Полуєтков. — Спостережуваних же даних значно менше, ніж теоретичних передбачень. Тому кожне нове експериментальне спостереження нового стану — це велика подія».

До складу колаборації LHCb входять Інститут ядерної фізики ім. Г.И. Будкера СО РАН і Новосибірський державний університет.



Експеримент LHCb на Великому адронному колайдері потрібен для отримання повної інформації про те, з чого складається Всесвіт.

## Новий тип зірок

Астрономи виявили раніше невідомий тип космічних об'єктів, які можуть виникати при порушенні звичайного процесу загибелі зірки.

Небесне тіло є дуже маленькою і гарячою зіркою, яка швидко змінює свій блиск через те, що зовнішні шари намагаються відновити рівновагу.

Нові об'єкти названі гарячими субкарликовими пульсаторами і вони нагадують інший рідкісний різновид зірок — високоамплітудні блакитні пульсатори, про відкриття яких було оголошено у 2017 році. Їхня яскравість змінюється на кілька десятків відсотків менше ніж за годину (20–40 хвилин), а температура досягає 30 тис. Кельвінів. Пульсатори не можуть виникати в результаті еволюції поодинокі зірки. Дослідники вважають, що причиною їх формування могло стати проходження поблизу надмасивної чорної діри або злиття з іншою зіркою.

Чотири нові зірки пульсують з періодами від 200 до 475 секунд, змінюючи яскравість на п'ять відсотків. Вони є підтипом субкарликів В, які дещо тьмяніші за зірки головної послідовності того ж спектрального класу (біло-блакитний колір). За своєю масою вони менше Сонця у два рази, а за розміром — у 10 разів, що робить їх досить щільними.

Температура субкарликів досягає 20–40 тисяч Кельвінів. Вважається, що вони виникають, коли зірка головної послідовності (наприклад, Сонце) перетворюється на червоний гігант, проте передчасно втрачає зовнішні шари з невідомої причини.

Учені поки не знають, що саме примушує субкарликів пульсувати. Причиною може бути накопичення заліза, що призводить до циклічної появи непрозорості у певному шарі зоряної атмосфери. Це називається капа-механізмом, і він полягає у порушенні стану рівноваги, коли шар атмосфери опускається углиб зірки, стає занадто щільним і непрозорим.

В результаті збільшується тиск, який виштовхує шар назад, збільшуючи яскравість субкарлика.

## Нове джерело «чистої» електрики

Нано-пластини металів і оксидів здатні генерувати струм з води, що тече.

Професор Каліфорнійського технологічного інституту Томас Міллер (Thomas Miller) і його колеги продемонстрували можливість отримання енергії за допомогою води, що омиває щонайтонші шари недорогих металів і їх оксидів.

Новинку описано у статті, опублікованій в журналі PNAS.



За допомогою осадження пари фізики отримували металеві пластини завтовшки 10–20 н-метрів, які на повітрі швидко покривалися ізолюючою оксидною плівкою завтовшки близько двох н-метрів. Уздовж таких «електродів» пускали, змінюючи один одного, слабкі потоки води. Розчинені в ній заряджені іони залучали до руху електрони внутрішнього металевого шару, створюючи струм.

За оцінками учених, подібний пристрій площею близько 10 квадратних метрів здатний генерувати близько кількох кВт\*г, забезпечуючи електрикою середнє американське домогосподарство.

Автори упевнені, що незабаром така технологія займе своє місце у ряді джерел «чистої» поновлюваної енергії, особливо стосовно невеликих ношених пристроїв, включаючи медичні.

Учені вже почали експериментувати з відповідними, багатими на іони рідинами замість води, включаючи кров.

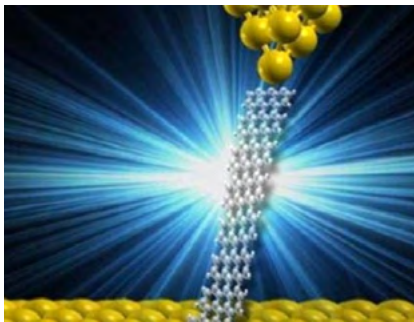
За їхніми словами, метод відрізняється простотою і дешевизною: в якості основи для «генераторів» можна використати звичайні поширені метали, у тому числі нікель, залізо і ванадій.

## Нова властивість світла

Відкрито ще одну властивість світла.

Група дослідників з кількох наукових установ Іспанії і США виявила нову властивість світла, про яку не було відомо раніше.

Ця властивість дістала назву «Момент світла (light-self-torque), самообертаючий момент світла», і його відкриття містить великий потенціал для багатьох галузей науки і техніки, таких як комунікації і відображення інформації, у яких світло відіграє головну роль.



Учені вже давно знають багато властивостей світла, такі, як довжина хвилі, поляризація тощо. Світло, викривлене особливим чином, може набувати додаткових властивостей, таких, як кутовий момент. Промені світла, кутовий момент яких має сильно структуровану природу, набувають ще одну властивість, що називається орбітальним кутовим

моментом (orbital angular momentum, OAM). Такі промені світла називаються вихровими променями. Вони є чимось, на зразок спіралі, що обертається навколо центру променя, а при їх проектуванні на плоску поверхню з'являється пляма світла у формі тора.

Дослідники експериментували саме з вихровими променями, коли вони виявили, що деякі з них поведуться так, як не було помічено ніколи раніше. Під час експерименту промені двох лазерів націлювалися на «хмару» газоподібного аргону. Ця хмара виступала в ролі свого роду оптичного суматора, що виконує складання двох променів, які виходили з хмари у вигляді одного вихрового променя світла.

Зазначимо, що єдиний вихровий промінь виходив на виході з газової хмари у тому випадку, коли світло двох лазерів було синхронізоване, кутовий момент двох променів має бути однаковий у максимальному ступені.

Після того, як учені почали поступово розсинхронізувати промені світла двох лазерів, на виході з'явився промінь, схожий на спіраль з кроком, що міняється. Коли цей промінь був націлений на пласку поверхню, він створив пляму, схожу за формою на півмісяць.

Провівши аналіз отриманих результатів, учені дійшли несподіваних висновків. Як виявилось, фотони в передній частині променя рухаються навколо його центру з повільнішою швидкістю, ніж фотони в задній частині променя. І це є наслідком наявності у світла властивості, яка, як згадувалося вище, дістала назву «Момент самообертаючий».

І, дуже цікавий той факт, що навіть учені-теоретики не висували раніше припущень про можливість існування такої властивості світла.

Учені припускають, що знайдена ними властивість світла може бути використана у технологіях модуляції кутового моменту, які подібні до технологій частотної модуляції радіохвиль, використовуваних у комунікаційному, телевізійному і радіоустаткуванні.

Більше того, пристрої, що виконують таку модуляцію, можуть бути дуже маленькими, що дуже важливо у світлі постійного руху у бік мініатюризації електронного і оптичного устаткування.

## **Наші предки неодноразово рухалися з Африки в Європу**

Люди з'явилися набагато раніше, ніж вважали антропологи.

Вчені здійснили дивовижну знахідку в одній з печер на півдні Греції — їм вдалося знайти череп кроманьйонця, який жив на території майбутньої Еллади понад дві сотні тисяч років тому.

Це говорить про несподівано ранній вихід наших предків з Африки.

«Один з черепів, знайдений у печері Апідіма, належав неандертальцеві, а другий — був раннім представником нашого виду.

Його відкриття говорить про те, що наші предки залишили Африку раніше, і поширювалися по Старому Світу швидше, ніж ми припуска-



ли», — заявила Катерина Харваті (Katerina Harvati) з університету Тюбінгена (Німеччина).

Донедавна антропологи і палеонтологи вважали, що сучасна людина, *Homo sapiens*, виникла у Східній Африці приблизно

но 200 тис. років тому, через кілька сотень тисяч років після поділу предків неандертальців і кроманьйонців.

Перші люди, як показали розкопки, проникли на Близький Схід приблизно 70 тис. років тому, а в Європу — близько 45 тис. років тому.

З іншого боку, знахідки останніх років і генетичні дослідження говорять про те, що люди могли залишити Африку набагато раніше, як мінімум 130 тис.ч років тому, і контактувати з неандертальцями упродовж тривалого часу. На підтвердження цього вчені нещодавно знайшли у покинутій шахті в Марокко останки *Homo sapiens*, що жили в Африці приблизно 300 тис. років тому.

На початку минулого року індійські вчені знайшли нові свідчення того, що людство могло виникнути набагато раніше, ніж вважали антропологи, і залишити Африку несподівано рано. Вони відкрили «кроманьйонські» знаряддя праці, виготовлені понад 175 тисяч років тому.

Ще давніші сліди наших предків були знайдені дещо пізніше в Кенії.

Харваті та її колеги знайшли чергові докази на користь цієї теорії, вивчаючи матеріали розкопок, які грецькі археологи проводили наприкінці сімдесятих років минулого століття на південному сході Греції, у карстовій печері Апідіма.

Крім різних предметів і знарядь праці, археологи знайшли на її території два фрагменти черепа, що збереглися настільки погано, що їх видову приналежність не можна було точно встановити. Археологи вважать їх звичайними «неандертальцями» і передали в музей на зберігання, де вони вкрай рідко привертатимуть увагу інших дослідників.

Німецькі антропологи з'ясували, що насправді ці залишки були однією з найважливіших знахідок століття, перевіряючи на них роботу алгоритмів, що дозволяють відновити тривимірну форму черепа за його ушкоджених фрагментів.

Паралельно вчені точно виміряли вік скам'янілостей, замірявши частки ізотопів урану і торію. І той, і інший аналіз приніс масу несподіванок — один з черепів, що зберігся дещо гірше від іншого, дійсно належав неандертальцеві, що жив у печері Апідіма приблизно 170 тис. років тому. Він виявився старішим, ніж спочатку вважали вчені, але це цілком вписується у загальноприйняті уявлення про життя цих древніх людей і ареал їх проживання.

З іншого боку, другий череп не лише виявився старшим — його вік становив близько 210 тис. років, але й він не належав представникові *Homo neanderthalensis*, а цілком однозначно кроманьйонцеві.

На користь цього говорить те, що череп у нього був більш округлий, ніж у перших «аборигенів» Європи, і на його поверхні була відсутня характерна «шишка», яка є у всіх неандертальців. При цьому він володів масою рис раннях *Homo sapiens*.

Поки це найдавніший приклад того, що наші предки з'явилися несподівано рано.

Як зазначила Харваті, череп з грецької печери приблизно на 20–30 тис. років старший, ніж імовірно найдавніші залишки *Homo sapiens*, знайдені недавно в Ізраїлі. Ба більше, вони на 150 тис. років давніші за кістки «перших» європейських кроманьйонців, знайдені в одній з печер у Румунії та в околицях села Костенки у Воронежській області. На її думку, мешканці печери Апідіма, а також інші популяції стародавніх *Homo sapiens*, залишили межі Африки дві сотні тисяч років тому, за іронією долі, їх спіткала та сама доля, що й останніх європейських і азійських неандертальців. Вони, швидше за все, повністю вимерли і не залишили своїх слідів у сучасному геномі людства, програвши в конкурентній боротьбі *Homo neanderthalensis*. На користь цього говорить те, що неандертальці, якщо вірити оцінкам віку другого черепа, жили в грецькій печері пізніше, ніж найдавніші кроманьйонці. Якщо це дійсно так, то Харваті не виключає, що людство могло зробити не одну, а відразу кілька спроб заселити планету. Поки не зрозуміло, наскільки успішними вони були, оскільки ні генетикам, ні антропологам поки не вдалося знайти жодних слідів тривалих контактів між неандертальцями та *Homo sapiens* в цю історичну епоху або довести їх відсутність. Чому ці стародавні люди опинилися у Греції? Вчені припускають, що причина цього була проста — майбутня Еллада в той час служила однією із зон з відносно теплим і м'яким кліматом, де гомініди, а також фауна Європи часів зледеніння могла виживати під час чергових наступу льодовиків і похолодань клімату. Цілком можливо, що інші сліди стародавніх *Homo sapiens* ховаються в інших «льодовикових оазисах». «Це відкриття свідчить про те, що наші предки неодноразово намагалися просунутися на північ і на захід, рухаючись з Африки в Європу через Левант. Схоже, що вони полишали її межі не один, а безліч разів, і далеко не завжди ці міграції завершувалися успіхом», — коментує Ерік Дельсон (Eric Delson), антрополог з Міського університету Нью-Йорка (США).

## Ефекти загальної та спеціальної відносності у видимому світлі



Вчені зробили сенсаційне відкриття.

Астрономи, за допомогою телескопа «Хаббл», виявили дивний об'єкт у космосі, чиє існування в такому міжзоряному середовищі вважалося неможливим. Присутність диска чорної діри в такій активній галактиці з низькою світністю здивувало астрономів.

Чорні діри в деяких типах галактик, вважаються голодними, оскільки матеріалу не вистачає, щоб їх «прогодувати». Тому дивно, що існує тонкий диск, навколо голодної чорної діри, який імітує набагато більші диски, знайдені у надзвичайно активних галактиках.

Це відкриття дає унікальну можливість перевірити теорії відносності Альберта Ейнштейна.

Відповідно до цих теорій диск настільки глибоко втягнутий у інтенсивне гравітаційне поле чорної діри, що світло від газового диска змінюється, даючи астрономам унікальний погляд на динамічні процеси, близькі до чорної діри.

«Ми ніколи не бачили ефектів загальної та спеціальної відносності у видимому світлі з такою великою ясністю», — сказав один з учених.

Розмір цього феномена було виміряно телескопом.

Як стало відомо дослідникам, він обертався навколо чорної діри зі швидкістю понад 10% швидкості світла. Як результат, диск світиться коли наближається до Землі, і, відповідно, стає темнішим при віддаленні від неї.

Цей ефект відомий як релятивістське випромінювання.

Спостереження «Хаббла» також показують, що газ настільки глибоко занурений у гравітаційну яму, що світло щосили намагається вирватися, і тому здається, що він розтягнутий до більш червоних довжин хвиль.

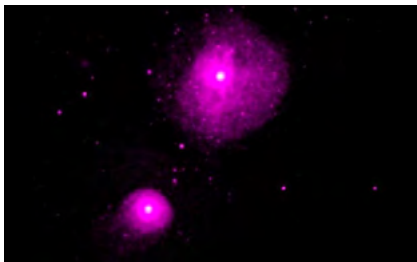
Як запевняють вчені, вони вперше виявили зменшену версію квазара, існування якого навіть не передбачалося.

Така знахідка спростовує нинішні теоретичні моделі, що пророкують поведінку галактик зі слабкою активністю.

### Наймасивніша чорна діра з відомих на даний момент

Чорна діра масивніша за Сонце у 40 млрд разів.

Астрономи виявили ультрамасивну чорну діру, яка знаходиться в центрі галактики Holmberg 15a на відстані 700 млн світлових років від Землі.



Маса чорної діри оцінюється у 40 млрд сонячних, що робить її рекордсменом серед подібних об'єктів.

Об'єкт отримав позначення Holm 15a\*, дослідники виміряли його масу, використовуючи рух зірок навкруги.

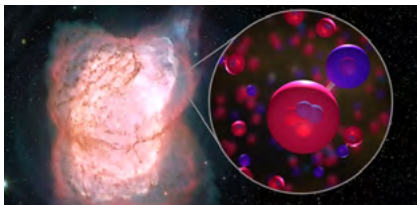
Спочатку розрахунки науковців показали, що маса чорної діри становить 310 млрд сонячних, але додаткові спостереження дозволили з'ясувати, що вона складає 40 млрд сонячних. Це рекорд для чорних дір, маса яких була виміряна безпосередньо.

Особливість Holm 15a\* не лише в її масі, а й у розмірі горизонту подій. Він становить 790 астрономічних одиниць (астрономічна одиниця дорівнює відстані від Землі до Сонця).

Для порівняння, діаметр Сонячної системи — близько 250 астрономічних одиниць.

## Про найдревнішу молекулу у Всесвіті

Доказу присутності цього з'єднання у космосі шукали 100 років.



Команда учених із США і Німеччини виявила в космосі гідрид гелію — першу стійку хімічну сполуку, що з'явилася через 380 000 років після Великого вибуху. Про це пише The Guardian.

Передбачається, що найдревніша молекула утворилася, коли атом гелію поділився своїми електронами з протоном, електрично зарядженою елементарною часткою. Це відкрило шлях до утворення молекул водню, а пізніше — цілих зірок і галактик.

Гідрид гелію було отримано в лабораторії майже століття тому. Вчені знали, що його варто шукати в газових хмарах, з яких народжуються зірки, а також у тій речовині, яку вони викидають після смерті. Проте знайти докази його існування у космосі вдалося лише зараз — в маленькій, але яскравій 600-річній планетарній туманності NGC 7027 у сузір'ї Лебедя, яка знаходиться на відстані близько 3000 світлових років від нас.

Дані було отримано в ході місії Sofia, спільного проекту NASA і Німецького аерокосмічного центру.

«Дуже цікаво, нарешті, побачити один з будівельних блоків молекулярного всесвіту», — говорить Джером Лоро, експерт по гідриду гелію з Брюссельського вільного університету, який не брав участь у дослідженні.

## Прадавні зразки життя, що з'явилися на Землі



Японські вчені виявили на дні океану, біля Гренландії, загадкові організми, що поєднують у собі ознаки двох прадавніх різновидів життя на Землі.

Прадавні організми-гібриди назвали на честь богів Асгарда.

Коли науковці провели аналіз ДНК на ядрі осаду, взятого з дна Північного Льодовитого океану у 2010 році, вони виявили щось дивовижне. У раніше невідомого організму, що належить до домена мікробів під назвою «археї», були знайдені характеристики генома, пов'язані з абсолютно іншим доменом, — еукаріотами.

Вони назвали своє відкриття *Lokiarchaeota*, на честь гідротермального розлому Локи-Касл біля Гренландії, де їх було виявлено. Проте дослідників не полишали сумніви: раптом ядро зразка було просто забруднене сторонньою органікою?

Але тепер усі сумніви розвіялися. Японські вчені виділили *Lokiarchaeota* і виростили його в лабораторії, а значить ми отримали шанс вивчити прадавні зразки життя, що з'явилися на Землі.

З самим дослідженням можна ознайомитися на порталі bioRxiv, де воно чекає на оцінку експертів.

Дерево життя, як відомо, розділене на три основні гілки.

Одна зайнята бактеріями, тобто одноклітинними організмами, у яких немає ядра і мембранних органел. Інша гілка зайнята еукаріотами, тобто організмами, чії клітини містять в собі ядра і мембрани. Рослини, тварини, люди — все це еукаріоти.

Нарешті, остання гілка — археї. Вони схожі на бактерії тим, що їм бракує ядер і мембраноз'язаних органел, а для переміщення вони використовують джгутики. Але є кілька ключових відмінностей: вони діляться по-іншому, стінки їхніх клітин складаються з інших матеріалів, а РНК відрізняються один від одного, так що можна розділити їх на філогенетичне дерево.

Проте тепер на сцені з'явилася загадкова *Lokiarchaeota* та інші підвиди організмів зі схожою будовою — *Thorarchaeota*, *Odinarchaeota* і *Heimdallarchaeota*. З одного боку — це явний архей. З іншого — він має характеристики еукаріотів.

В учених виникло почуття гумору: розгледівши в латинській назві нового виду ім'я скандинавського бога, вони наділили його родичів іменами інших богів Півночі, а усе сімейство назвали *Asgardarchaea*, тобто «археями Асгарда».



Найцікавіше те, що предки цих крихт могли стати причиною появи багатоклітинного життя. Причому ніякої містики в цьому немає: мабуть, древні археї-асгардці просто зжерли бактерії, а потім використали їх гени для формування нового виду.

Ось тут на сцену і виходить команда дослідників з подібною, але водночас такою роботою, що відрізняється. Ще у 2006 році, коли ні про який Lokiarchaeota світова наука і не підозрювала, вони витягнули з донних відкладень на глибині 2533 метри групу мікроорганізмів, серед яких були і подібні «асгардцям» незвичайні археї.

Упродовж п'яти років їх ретельно культивували в системі з безперервним припливом метану, призначеного для імітації глибоководного метанового кратера. Мікроби розмножувалися, але робили це дуже повільно. Потім їх пересадили в поживне середовище, і лише рік по тому почався все такий же повільний, але стійкий приріст чисельності мікроорганізмів.

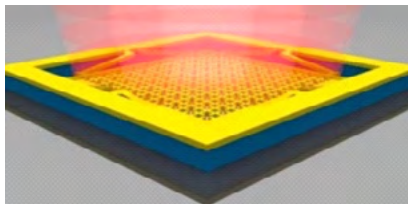
В цілому експеримент зайняв 12 років. Дослідники назвали свій культивований мікроб *Promethoarchaeumsyntrophicum* — на честь Прометея, старогрецького титана, якому приписують створення людей з глини.

Дослідники зробили кілька цікавих висновків.

У першому, прометеоархей ростиме лише у присутності одного або двох інших мікроорганізмів, археона *Methanogenium* і бактерії *Halodesulfovibrio*. Коли *Promethoarchaeum* розщеплює амінокислоти в їжу, то продукує водень, який їдять інші мікроби. Експерименти показали, що якщо дозволити водню залишатися у середовищі, то він уповільнить і без того нешвидке зростання прометеоархея. Цей факт вказує на те, що археї симбіотично пов'язані з іншими мікробами, у даному випадку синтрофними — тобто зростання одного виду залежить від того, що їсть інший.

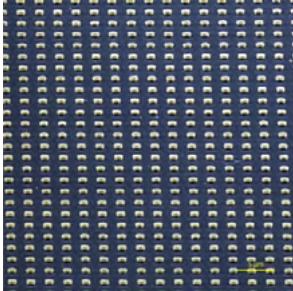
Потім, коли організм було досліджено під електронним мікроскопом, виявили його незвичайну форму, невластиву археям, — довгі щупальця, що проростають з його тіла, стали гніздом для мікробів-симбіонтів. Дослідники припустили, що коли кількість кисню на Землі почала зростати, цей організм міг перемкнутися на «партнерські» стосунки з бактеріями, які використали кисень, збільшуючи тим самим свої шанси на виживання і ставши на звивистий шлях еукаріотичного життя.

## Пристрій, здатний перетворити тепло на світло



Винайдено пристрій, здатний перетворити тепло на світло.

Інфрачервоне випромінювання — компонент сонячного світла, яке передає тепло, але це лише невелика частина електромагнітного спектра.



Будь-яка гаряча поверхня виділяє тепло у вигляді інфрачервоного випромінювання. Проблема в тому, що воно широкосмугове, тоді як перетворення світла на електрику ефективно лише у вузькому діапазоні довжин хвиль.

Щоб розв'язати проблему ефективного отримання електрики з теплового випромінювання, учені створили новий матеріал на основі вуглецевих n-трубок. Він збирає інфрачервоне випромінювання у широкому діапазоні довжин хвиль (який, як правило, складає близько чотирьох мікрометрів) і перетворює його на видиме світло.

Плівки з n-трубок виявилися провідниками, які поглинають відпрацьоване тепло і перетворюють його на вузькосмугові фотони.

«Вирівнювання» трубок у таких плівках в одному напрямку призводить до того, що електрони починають текти строго в одному напрямку — як у металі при його включенні в електричне коло. Такий ефект називається гіперболічною дисперсією.

Теплові фотони можуть потрапити на плівку з будь-якого напрямку, але вийти з неї здатні тільки через один кінець.

Дослідники з Університету Райса, які створили цей матеріал, продемонстрували його працездатність при температурах до 700 градусів Цельсія.

Учені також порахували, що, якщо інтегрувати матеріал в існуючі сонячні батареї, їх ефективність вдасться підвищити на 22 %.

А теоретичний прогноз говорить про те, що цей показник можна збільшити і до 80 %.

## Батьківщина найпершої людини



У цій області знаходилося велике озеро.

Учені Інституту медичних досліджень Гарвана (Австралія) з'ясували, що предки анатомічно сучасних людей спочатку з'явилися у південній частині Африки і процвітали там 70 тисяч років. Про це повідомляється у прес-релізі на Eureka Alert! (переклад — lenta.ru).

Дослідники проаналізували численні зразки крові, щоб скласти найповніший каталог мітохондріальних геномів (мітогеномів), що належать гаплогрупі L0. Гаплогрупою на-



зивають групу гаплотипів (успадкованих різновидів генів), що мають загального предка. Гаплогрупа L0 веде свій початок від останнього предка усіх людей по материнській лінії.

198 рідкісних митогеномів (скупностей ДНК мітохондрій) було об'єднано з базою даних, де містилася інформація про ДНК гаплогрупи L0. Це дозволило ученим удосконалити еволюційне дерево найбільш раних груп людини сучасного типу. Виявилось, що 200 тис. років тому материнська лінія *Homo sapiens* уперше з'явилася на Південь від басейну річки Замбезі, у регіоні, який простягнувся від півночі Ботсвани до Намібії на заході і Зімбабве на Сході.

У цій області знаходилося велике озеро Мак-гадик-гади, яке сприяло виникненню великих водно-болотяних угідь, багатих на їжу. Це забезпечило стабільне екологічне середовище для життя людей упродовж 70 тис. років.

Проте 110–130 тис. років тому людина почала мігрувати спочатку на Північний Схід, а потім на Південний Захід. Освоєння нових територій було спровоковане змінами, спричиненими зрушенням осі обертання Землі.

Дослідники вважають, що зміна клімату в Африці вплинула на те, що предки людей стали освоювати нові території, і це, у свою чергу, сприяло розвитку генетичної і культурної різноманітності людини.

## Учені знайшли найбільшого пращура людини



Італійські археологи з Університету Перуджі виявили фрагменти австралопітека в Танзанії (країна в Східній Африці). Він проживав на Землі 3,7 млн років тому. За даними вчених, зріст цього примата — 165 см, а вага — 48 кг. Раніше вважали, що істоти досягали 105 см у довжину, передає [gogetnews.info](http://gogetnews.info).

Дослідники наткнулися на сліди п'яти приматів у вологому вулканічному попелі. За результатами

аналізу зробили висновок, що ці сліди належали трьом жінкам, дитині й чоловікові.

До цього найвідомішою давньою людиною вважали Люсі. Це найдревніша жінка-австралопітек, знайдена до цього моменту. Її вік — 3,2 млн років, а зріст — 105 см.

Залишки Люсі виявили в Ефіопії 1974 року. Примат отримав ім'я Люсі через пісню групи The Beatles «Lucy in the Sky with Diamonds». Саме її археологи слухали під час експедиції, коли знайшли австралопітека.

## Учені знайшли алмази, вік яких понад 4,5 млрд років



Вулкан у Бразилії допоміг ученим виявити мінерали, які можуть пролити світло на процес формування Землі.

Так, завдяки виверженню вулкану на поверхні землі з'явилися алмази, вік яких приблизно становить 4,5 млрд років. При цьому вони можуть бути набагато старшими за супутника Землі — Місяць.

Як повідомляє Сюзетт Тіммерман, керівник дослідницької групи, алмази є свого роду «капсулами часу», адже вони найменш схильні до руйнування з усіх мінералів на планеті. За її словами, завдяки знахідці учені зможуть детальніше вивчити той відрізок часу, коли на Землі відбувалися бурхливі геологічні процеси.

Ученим вже вдалося з'ясувати, що алмази залягали на території так званої «перехідної зони». Вона знаходиться на глибині між 410 і 660 км нижче поверхні Землі. Цей факт підтверджує теорію про те, що в глибинах землі залягає величезна кількість незайманої магми. Вона знаходиться все ще у первинному стані упродовж уже 4 млрд років.

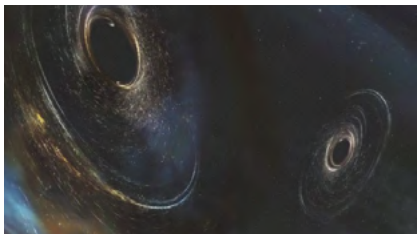
Раніше повідомлялося, що вулкан Кілауеа на Гавайях, який уже 30 років перебував у сплячому стані, знову може вибухнути. Причиною цього може стати ділянка води, яка утворилася у кратері. Пілоти з висоти зробили знімок «озера» у кратері, а згодом учені підтвердили, що пляма є водою.

Як стало відомо, «озер» у кратері Кілауеа цілих три. Найбільше з них має площу в 14 метрів, його глибина невідома.

Джерелом цих озер стали підводні води, які потрапили всередину через щілини скель.

Якщо їх площа збільшиться, то це призведе до виверження вулкану.

## Гравітаційні хвилі від зіткнення чорної діри з нейтронною зіркою



Астрономи вперше стали свідками унікальної події: зіткнення чорної діри і нейтронної зірки. До цього моменту вчені взагалі не були впевнені, що такі катаклізми трапляються.

Відкриття зроблено завдяки детекторам гравітаційних хвиль LIGO і VIRGO. Йдеться про подію S190814bv, зареєстровану 14 серпня 2019 року.

Сигнал настільки сильний, що ймовірність помилкового виявлення незначна.

Подібний конфуз міг би статися приблизно один раз за 1025 років, що в тисячу трильйонів разів перевищує вік Всесвіту. Судячи з характеру прийнятих гравітаційних хвиль, з імовірністю понад 99 % їх джерелом стало злиття чорної діри і нейтронної зірки. За підрахунками фахівців, воно сталося за 900 млн світлових років від Землі. Ніколи раніше астрономам не вдалося спостерігати подібної події ні за допомогою гравітаційних хвиль, ні у будь-який інший спосіб.

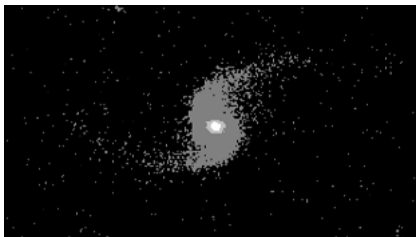
Як уточнює видання Science Alert, до цього гравітаційні детектори фіксували лише одну подію, яка могла виявитися таким зіткненням. Але сигнал був дуже слабким, тому що це, швидше за все, був помилковий результат. І навіть якщо зіткнення було реальним, шанси на те, що з чорною дірою зіткнулася саме нейтронна зірка, а не інша чорна діра, становили лише 13 %.

Крім того, після S190814bv у базі даних з'явилася інформація про подію S190816i, зареєстровану 16 серпня 2019 року. Вона має 83 % шансів виявитися зіткненням нейтронної зірки і чорної діри, якщо спрацювання детектора істинне. Але цей сигнал дуже слабкий і, швидше за все, являє собою помилкову тривогу.

А от у випадку S190814bv ймовірність помилкового спрацювання, повторимо, практично нульова, бо подія мала місце. Правда, залишається маленький (менше 1 %) шанс, що це було зіткнення двох чорних дір, і нейтронні зірки ні до чого. Цей малоімовірний сценарій теж цікавий, оскільки у такому разі одним з учасників «ДТП» була чорна діра рекордно малої маси (всього третина сонячної).

Галактика, у якій, імовірно, сталося зіткнення. Ілюстрація UCSC Transients/Twitter.

Пояснимо, як відбуваються подібні зіткнення. Нейтронна зірка і чорна діра утворювали пару, що оберталася навколо загального центру мас.



«Солодка парочка» випромінювала гравітаційні хвилі (невидимі для діючих детекторів) та через це втрачала енергію. Тому небесні тіла поступово наближалися один до одного. Врешті-решт вони зіткнулися і злилися. У момент катаклізму і виникли гравітаційні хвилі, зафіксовані LIGO і VIRGO.

Це єдиний реалістичний сценарій, оскільки ймовірність, що поодинока чорна діра і поодинока нейтронна зірка зустрінуться і відразу зіштовхнуться «лоб у лоб», є мізерно малою. Скоріше в результаті подібної зустрічі (яка сама по собі досить мало ймовірна) і утворюється згадана подвійна система, і лише по якомусь часі вона прийде до катастрофи.

Інший шлях до виникнення такого тандему — подвійна зірка, у якій один компонент з часом перетворився на нейтронну зірку, а інший — на чорну діру. Який із двох сценаріїв призвів до утворення пари, загибель якої астрономи спостерігали як S190814bv?

Завдяки аналізу даних з гравітаційних детекторів вчені можуть це з'ясувати. Якщо два об'єкти спочатку утворилися у парі (спочатку як зірки, а потім як чорна діра і нейтронна зірка), то осі їхнього обертання мають бути спрямовані однаково. Якщо ж чорна діра захопила нейтронну зірку, яка проходила повз, у гравітаційний полон, то причин для такого збігу немає.

Дослідники можуть визначити, чи однаково були спрямовані осі обертання, вивчаючи тонкі деталі гравітаційного сплеску.

Та хоч би як утворилася загибла подвійна система, для астрономів це є першим свідченням того, що подібні пари взагалі бувають.

Звичайно, відомі подвійні нейтронні зірки. Подвійні чорні діри теж бувають: саме їх зіткнення породили майже всі сплески гравітаційних хвиль, які спостерігалися дотепер.

Немає жодних причин, через які не міг би реалізуватися і проміжний варіант. Але вчені вельми строго ставляться до різниці між «мають бути» і «доведено, що є». Тимчасом, подібні тандеми дуже складно виявити, тож S190814bv надав астрономам величезну послугу.

Тепер астрономи шукають сліди цієї події за допомогою оптичних та інших телескопів.

Нагадаємо, що зіткнення чорних дір, на думку переважної більшості фахівців, які не виробляють жодного помітного спалаху у видимому світлі, радіохвилях тощо. Злиття нейтронних зірок, навпаки, спостерігається як яскравий вибух.

Зіткнення чорної діри з нейтронною зіркою, швидше за все, спричинить спалах, «але це не точно». Подібні спостереження можуть надати

астрономам безцінну інформацію про стан матерії усередині нейтронної зірки, що десятиліттями залишається предметом суперечок. На момент виходу матеріалу запис про подію S190814bv у базі даних LIGO свідчить, що ні в які електромагнітні телескопи (оптичні, інфрачервоні, радіо-, гамма- або рентгенівські його поки що не виявлено.

Нагадаємо, що гравітаційні детектори нещодавно пройшли масштабну модернізацію, фактично поставивши виявлення гравітаційних хвиль на потік. Тому людство напевно чекає ще багато цікавих відкриттів у цій галузі.

## Знайшли Суперземлю — планету



Американські астрономи знайшли Суперземлю — планету, умови на якій придатні для життя.

У Флориді дві групи вчених повідомили, що знайшли планету за 111 світлових років у сузір'ї Лева, температура на якій придатна для життя. «На сьогодні це єдина відома екзопланета, на якій є як вода, так і температура, необ-

хідні для життя».

Головний автор команди Лондонського університету Ангелос Ціарас повідомив журналістам, що землеподібні умови існування на цій планеті неможливі. «Єдине питання, яке ми намагаємося вирішити, — це питання придатності для життя».



Його колега-дослідник із Монреальського університету Бьорн Беннек припускає, що на цій планеті можливий навіть дощ.

«Це найбільший крок, який зроблено для досягнення нашої кінцевої мети — знайти життя на інших планетах, довести, що ми не самотні».

Астроном із лондонської команди науковців Інго Вальдман зазначила, що «життя там, можливо,

розвивалося по-іншому».

Планету, відому як K2-18b, виявлено у 2015 році. Вона удвічі більша за Землю. Вважається скелястою, чи тече вода на її поверхні — невідомо. Зірка цієї планети — червоний карлик, значно менший і прохолодніший за наше Сонце.



Атмосфера також відрізняється від атмосфери Землі.

Рік на K2-18b триває 33 дні. Температура коливається від мінус 73 градуси до плюс 47 градусів Цельсія.

На денному небі зірка світить ся червоним, бомбардує планету достатньо жорстка радіація. Хмарний покрив планети помірний. Поверхня може бути мокрою або сухою.

У 2020 році NASA має запустити надпотужні телескопи, які допо-

можуть вченим продовжити спостереження за водним світом планети.

За словами вчених, водяну пару в атмосфері іншого типу екзопланети виявлено вперше.

Телескоп «Хаббл» допоміг вченим уперше виявити водяну пару на придатній для життя екзопланеті.

Американський орбітальний телескоп «Хаббл» дозволив двом групам астрономів виявити ознаки, що вказують на наявність водяної пари в атмосфері екзопланети, повідомляють американські ЗМІ.

Це — перший випадок, коли вдається виявити ознаки наявності водяної пари на планеті з придатними для життя характеристиками за межами Сонячної системи.

Відкриття зроблено під час спостережень за планетою K2-18b, яка знаходиться у 111 світлових роках від Землі.

«Це єдина відома нам зараз планета за межами Сонячної системи, на якій є відповідна температура, аби там була вода. Там є атмосфера і є вода, і це — найкращий з відомих нам зараз «кандидатів» на те, щоб вважатися планетою, придатною для життя», — сказав один з авторів дослідження Ангелос Ціарас з Університетського коледжу Лондона.

При цьому астрономи зазначають, що за низкою характеристик ця планета істотно відрізняється від Землі і тому навряд чи на ній можна виявити клімат і пейзажі, дуже близькі до земних.

Екзопланетами називають планети, які знаходяться за межами нашої Сонячної системи. Вчені вивчають їх, зокрема, щоб спробувати знайти планети, які могли б бути придатними для розвитку на них форм життя. Наявність води — один з найважливіших для цього факторів.

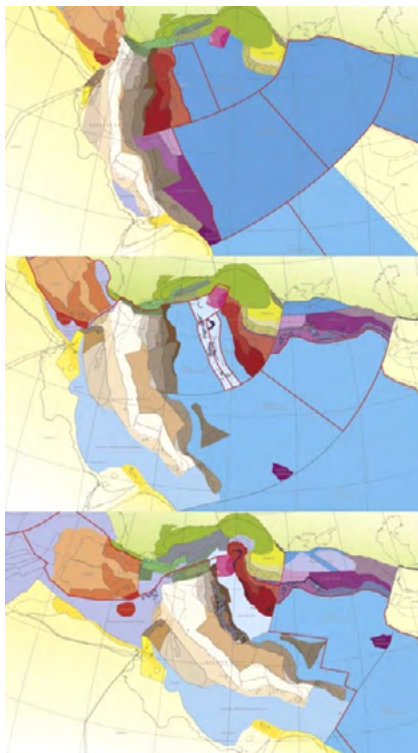
## Учені виявили Велику Адрію

Геологи знайшли під Європою древній материк.

Учені виявили Велику Адрію — материк, який загинув у потужному зіткненні з Європою.



Крок за кроком геологи реконструювали майже 250 млн років історії таємничого континенту, давно похованого під сьогodнішньою Південною Європою.



Від древньої «Великої Адрії» (Greater Adria) залишилися лише вапняки сучасних гір і осадові породи на дні нових морів.

Відновлення її минулого запотребило колосальної праці, збору й аналізу величезної кількості зразків. Про результати цієї роботи науковці повідомляють у статті, опублікованій в журналі *Gondwana Research*, передає Naked Science.

Дув Ван Хінсберген (Douwe Van Hinsbergen) і його колеги зазначають, що історія Великої Адрії була яскравою і не занадто тривалою. Континент утворився, відколовшись від Гондвани близько 240 млн років тому (супер-континент Гондвана колись об'єднувала території сучасної Африки, Південної Америки, Антарктиди, Австралії, Аравійського півострова та Індії).

На першому етапі Адрія повільно, на кілька сантиметрів у рік, рухалася на Північ, розгортаючись проти годинникової стрілки.

В результаті 140 млн років тому вона перетворилася на велику — приблизно з острів Гренландія — територію, здебільшого вкрити мілководними морями, які активно накопичували придонні опади.

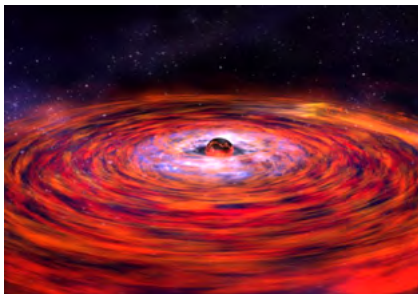
А десь між 120 і 100 млн років тому континент зійшовся з північною частиною Європи — з краєм колишнього супер-континенту Лавразії. Велика Адрія розкололася і, здебільшого, занурилася під неї, так що лише окремі фрагменти залишилися неглибоко під поверхнею.

Сьгодні залишки Адрії, можливо, зберігаються на території усєї Південної Європи і Близького Сходу, від Іспанії, через усе Середземномор'я і до Ірану.

Автори зазначають, що узгодження і проведення робіт у десятках різних сучасних країн запотребили особливих зусиль. На ретельний збір і фіксацію зразків у них пішло в цілому понад десять років. Проте, уважно

відстежуючи орієнтацію магнітних мінералів, геологи зуміли реконструювати рух Великої Адрії не лише в часі, а й у просторі.

## Дивні сигнали з космосу розшифрували вчені



Астрономи з університету Джорджа Вашингтона виявили рідкісне явище — рентгенівські промені, які виходять від системи нейтронних зірок на відстані понад 16 тис. світлових років.

За спостереженнями вчених, вони відбуваються кожні 78 днів, і це може бути викликано коливаннями вихрового диска навколо нейтронної зірки.

Зоряну систему MAXI J1621–501 вперше виявили 9 жовтня 2017 під час глибокої галактичної зйомки Swift/XRT; від неї виходили непередбачувані й нетипові рентгенівські спалахи.

Дослідники припустили, що система містить як звичайну, так і нейтронну зірку або чорну діру. Вони пояснили, що в чорних дірах промені виходять від речовини, прискореної до граничних швидкостей, що і створює сильне тертя при падінні до гравітаційної воронки.

В нейтронних зірках рентгенівські промені виходять від термоядерних вибухів на їхній поверхні і дослідники спостерігали їх кожні 78 днів.

Конкретне джерело цих променів поки що не виявлено. Вчені знайшли у космосі близько тридцяти інших джерел світла, які мерехтять таким же чином, зазначають дослідники. Вони називають подібні моделі «суперорбітальними періодами», припускаючи, що нейтронні зірки, у таких бінарних системах, як ця, оточені вихровими хмарами матеріалів, які відокремлюються від звичайної до нейтронної зірки, створюючи обертовий акреційний диск.

Ще одна версія вчених полягає в тому, що вихровий диск навколо нейтронної зірки коливається з точки зору Землі. Іноді коливання поміщає, між нейтронною зіркою і Землею, більшу частину диска, а іноді — меншу. Це і змушує коливання проявлятися кожні 78 днів.

## Про виявлення нових станів чарівного баріону

На Великому адронному колайдері виявили нову частку.

Частка Баріон  $\Lambda_b$  є часткою, що складається з двох легких кварків (u-верхнього і d-нижнього) і важкого b-чарівного кварка.



Колаборація LHCb, до якої входить Новосибірський державний університет, оголосила про виявлення нових станів чарівного баріона, які з великою вірогідністю є новими частками  $\Lambda_b(1d)$  (лямбда-б баріон (1d)) і  $\Sigma_b$  (сигма-б баріон).

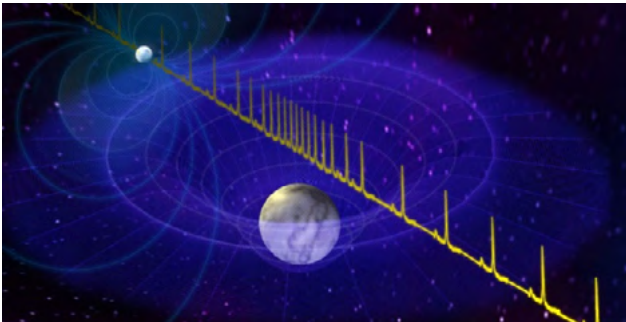
Співробітник колаборації LHCb Павло Кроковний розповів про те, що Баріон  $\Lambda_b$  є часткою, що складається з двох легких кварків (u-верхнього і d-нижнього) і важкого b-чарівного кварка. Його збуджені стани передбачалися теорією, проте раніше не спостерігалися. Їхні маси дорівнюють 6146 і 6152 Me V.

За теоретичною моделлю, розробленою у 1986 році, ще до відкриття першого чарівного баріону, мають існувати дві частки з дуже близькими масами —  $\Lambda_b(1d)$ , де 1d — це орбітальний момент рівний двом, а також  $\Sigma_b$ . Проте для однозначних тверджень необхідно провести вимірювання квантових чисел, спостережуваних в експерименті часток, — спіна, парності та ізотопічного спіна.

## Наймасивніша нейтронна зоря

Масивні нейтронні зорі викликають у науковців надзвичайний інтерес, оскільки їх можна використати для досліджень у галузі фундаментальної фізики.

Вчені виявили одну з наймасивніших нейтронних зорь — пульсар шириною близько 30 км, маса якого удвічі перевищує масу Сонця. Пульсар, названий J0740 6620, може дати уявлення про «переломний момент» у житті нейтронної зорі, коли цей надзвичайно щільний об'єкт руйнується і перетворюється на чорну діру.



Нейтронні зорі — найщільніші з відомих нам об'єктів у Всесвіті.

Шматочок нейтронної зорі розміром з кубик цукру важитиме близько 100 млн тон на Землі.

Нейтронні зорі формуються зі зруйнованого ядра велетенських зірок, які завершили своє існування, як найновіші. Як правило, нейтронні зорі містять від 1,3 до двох мас Сонця, і уся ця матерія вміщається у простір шириною від 20 до 30 км.

Астрономам вдалося виявити вже понад 2000 нейтронних зорь, і більшість із них належить до підкласу молодих об'єктів, що швидко обертаються, відомих як пульсари.

J0740 6620 — це пульсар мілісекунди (з періодом обертання в діапазоні від 1 до 10 мілісекунд), який знаходиться на відстані 4600 світлових років від Землі. Його виявили за допомогою радіотелескопів Грін-Бенк і Аресибо.

Об'єднавши дані з телескопів, дослідники розрахували масу нейтронної зорі. Результати дослідження, опубліковані в *Nature Astronomy*, показують, що маса J0740 6620 дорівнює 2,14 мас Сонця. Подібні пульсари мілісекунд надзвичайно цікаві для науковців, оскільки їх можна використати для досліджень у галузі фундаментальної фізики.

Команда пояснила, що швидкість, з якою вони обертаються, дозволяє ученим перевірити ряд фізичних явищ. Приміром, за допомогою пульсара можна визначити максимальну масу, яка може існувати в природі.

За словами дослідників, нейтронні зорі масою 2,14 Сонць знаходяться практично на піку існування — близько до моменту, коли вони стають максимально масивними і компактними, а потім колапсують у чорні діри. У цей момент їхня щільність стає настільки екстремальною, що сила тяжіння пригнічує навіть здатність нейтронів протистояти подальшому руйнуванню.

Кожна масивна нейтронна зоря, яку знаходять учені, наближає їх до визначення цієї переломної точки і допомагає зрозуміти фізику матерії при подібній екстремальній щільності.

## Про величезні космічні пухирі

Астрономи вперше виявили в центральній частині Чумацького Шляху величезні космічні пухирі, які продукують радіовипромінювання.

Згідно з даними дослідження, понад сотні невідомих структур знаходяться під і над центром нашої Галактики.

Вчені не можуть пояснити їх походження, але присвоїли їм земні назви, наприклад, змія, миша тощо.

Структури оточують надмасивну чорну діру.

Зазначимо, що нещодавно з'явилася інформація про досить нетипову поведінку чорної діри у центральній частині Чумацького Шляху.

Знайдені об'єкти, які учені називають «пухирями», розташовуються у різних сторонах від чорної діри на відстані 1400 світлових років. На вигляд вони схожі на половини пісочних годинників з чорною дірою по центру.

На думку фахівців, пухирі з'явилися внаслідок катаклізму, що стався за короткий час кілька мільйонів років тому.

Одна з вірогідних причин утворення об'єктів — вибухи зірок, середовища, що призвели до наповнення великим об'ємом енергії.

Також серед можливих причин — спалах чорної діри після занадто швидкого наповнення близько розташованим зоряним матеріалом.

Незалежно від реальної причини, катаклізм мав настільки велику потужність, що енергія буквально пронизала міжзоряне середовище.

Вибух сприяв розширенню пухирів і збудженню електронів, що взаємодіють з магнітними полями і продукують радіовипромінювання.

Дослідники, що зробили відкриття, припускають, що в космічному просторі значно більше пухирів. Вони переконані, що простори Всесвіту ще мало вивчені.

## Гідрофобні сили відіграють ключову роль у ланцюжку ДНК

Учені розкрили сили, які утримують ланцюжок ДНК.

Шведські вчені припустили, що основою зв'язків у ДНК є не водень, а звичайна вода. І, схоже, мали рацію.

Дослідники з Технологічного університету Чалмерса у Швеції спростовують теорію, що склалася, про те, як ДНК зв'язується у певну структуру за допомогою водневих зв'язків.

Результати їхньої роботи опубліковані в авторитетному виданні PNAS.

ДНК (дезоксирибонуклеїнова кислота) — одна з трьох основних макромолекул (дві інші це РНК і білки), що забезпечує зберігання, передачу з покоління в покоління і реалізацію генетичної програми розвитку і життєдіяльності організмів.



Молекула ДНК зберігає біологічну інформацію у вигляді генетичного коду, що складається з послідовності нуклеотидів. ДНК містить інформацію про структуру різних видів РНК і білків.

Спіраль ДНК було відкрито в 1950-х і відтоді її зображення стало культовим.

Проте, учені досі займаються дослідженням її природи, намагаючись пояснити багато не до кінця зрозумілих явищ.

В основі ДНК — дві нитки, що складаються з молекул цукру і фосфатних груп. Між цими двома нитками знаходяться азотисті підстави — з'єднання, що формують гени.

Було прийнято вважати, що основою ДНК є зв'язки на основі водню, але виявилось, що це не так. Вірніше, не зовсім так.

Шведські вчені провели експерименти з ДНК у гідрофобному середовищі і встановили, що секрет спіральної структури ДНК може полягати в тому, що молекули мають гідрофобний внутрішній простір у середовищі, що складається в основному з води.

Азотисті підстави молекул ДНК гідрофобні — відштовхують навколишню воду. Отже, відтворення і відновлення ДНК відбувається багато в чому завдяки гідрофобним силам.

Це відкриття може змінити наші уявлення про те, як ДНК взаємодіє з докільям.

«Раніше ніхто не експериментував з ДНК у гідрофобному середовищі, — пояснює автор дослідження БобоФенг. — Тому недивно, що це відкриття здійснено тільки зараз».

Водночас, за словами Стіва Бреннана, молекулярного біофізика NASA, чимало перших статей про відкриття шведських учених містили його помилкову інтерпретацію.

Журналісти подавали новину в такому ключі, що водневі зв'язки зовсім не важливі. Але це не так, констатує Бреннан.

Суть відкриття не в запереченні ролі водневих зв'язків, а в усвідомленні того, що гідрофобні сили відіграють ключову роль.

## Чорна діра у дії

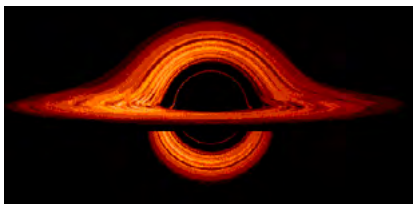


NASA показало чорну діру у дії: фото

Її представлено у формі викривленого диска або ж воронки.

Наочну візуалізація чорної діри опублікувало космічне агентство NASA.

Відзначається, що вона представлена у формі викривленого диска або ж воронки, яка у свою чергу через високу гравітацію спотворює світло і зовнішній вигляд навколишніх об'єктів.



Астрофізик Джеремі Шнітман зазначив, що подібні симуляції допомагають зрозуміти, що мав на увазі Ейнштейн, коли говорив, що гравітація спотворює тканину часу і простору.



До того ж, донедавна ця візуалізація була обмежена нашою ж уявою, а також комп'ютерними програмами.

Фото чорної діри, отримане за допомогою системи з восьми радіотелескопів Event Horizon

Telescope, астрофізики уперше показали у квітні 2019 року.

Якщо говорити точніше, то лише тінь чорної діри, що поглинає світло, була закріплена на зображенні.

Тепер же за допомогою представників NASA можна бачити наочно візуалізацію найзагадковішого космічного об'єкта.

## Теорія гравітаційної нестійкості



Міжнародна команда дослідників повідомила про відкриття планети під кодовою назвою GJ 3512b.

Відкриття зробили астрономи обсерваторій Alto (Сьєрра-Невада, США), Montsec Astronomical (Іспанія) і LasCumbresObservatory (Каліфорнія, США).

Згідно із загальноприйнятими сучасними науковими уявленнями, існування такого космічного об'єкта теоретично неможливе і ставить під сумнів теорію формування планет у Сонячній системі і за її межами.

За словами науковців, газовий гігант такої маси, розташований за 284 трлн кілометрів від Землі (30 світлових років від Землі). Проте такий незвичайний розмір об'єкта загнав учених у безвихідь — їм довелося переглядати відомі моделі про формування планет, повідомляє Science Mag, бо не повинен розташовуватися на орбіті своєї зірки — червоного карлика у п'ять разів меншого за Сонце і в 50 разів менш яскравого.

Для порівняння, маса Сонця приблизно в 333 тисячі разів більша за Земну, а GJ 3512b важить всього у 250–270 разів менше свого світила. «Навколо таких зірок мають бути тільки планети розміром із Землю, або масивніші суперземлі», — заявив один з авторів дослідження Крістоф Мордасини.

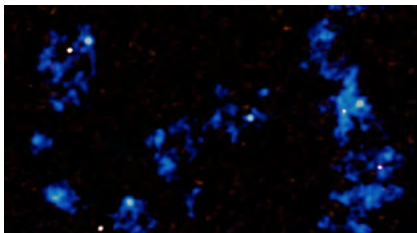
Існування велетенської планети ставить під сумнів наукову модель акреції, яку використали для пояснення того, як утворюються планети у нашій Галактиці.

За словами провідного автора дослідження Карлоса Моралеса, зірки з низькою масою, такі як червоні карлики, повинні мати протопланетні

диски з малою масою, в яких менше матеріалу для створення газових гігантів.

Учений переконаний, що відкриття доводить теорію гравітаційної нестійкості при поясненні механізму формування космічних тіл.

## Структура, з якої складається Всесвіт



Астрофізики вперше виявили галактичні нитки.

Група астрофізиків виявила мегаструктуру, яка пов'язує різні галактики. Відкриття підтверджує поточні теорії про створення галактик після Великого вибуху.

У мережі існує багато анімацій і відеороликів, на яких космічні

об'єкти порівнюють у масштабі. Найчастіше на подібних роликах Землю порівнюють із Сонцем, більшими зірками, зоряними системами, галактиками, кластерами галактик тощо.

Останнім етапом у таких порівняннях перед демонстрацією відомого нам Всесвіту є галактичні нитки або філаменти, — найбільші структури, які об'єднують різні галактики.

Згідно з сучасними теоріями, ці нитки стали з'являтися одночасно з розширенням Всесвіту відразу після Великого вибуху. Самі філаменти складаються з газоподібного водню, і, по суті, є поживними трубопроводами для всіх спостережуваних нами галактик.

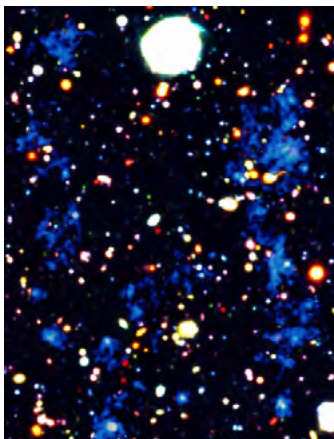


Фото: Hideki Umehata / PA

Вчені припускають, що центральні об'єкти в галактиках — надмасивні чорні діри — з'являються саме на перетині цих ниток. Отже, галактичні філаменти — це найбільша відома нам космічна структура, яка є джерелом життя для чорних дір і, відповідно, всіх інших космічних об'єктів.

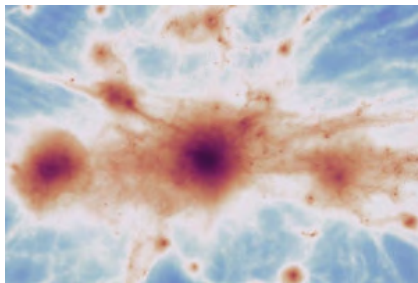
Проблема в тому, що галактичні нитки є дуже темними, і досі у науковців були лише непрямі докази їх існування, на зразок незрозумілого спотворення світла від далеких галактик. Днями група астрофізиків з Японії, Європи і США опублікувала дослідження, згідно з яким їм вдалося засікти ці філаменти, що зв'язують галактики у кластері SSA22 в сузір'ї Водолія.



Знайдені величезні водневі структури простягаються у довжину на відстань у три мільйони світлових років (більше одного мегапарсека). Оскільки вони розташовані на відстані приблизно 12 млрд світлових років від нас, це означає, що нитки були сформовані невдовзі після Великого вибуху.

Відкриття стало можливим завдяки спектрометру MUSE, встановленому на телескопах VLT у Чилі. Астрофізики вперше засікли галактичні нитки за допомогою ультрафіолетового випромінювання, яке дозволяє побачити процес іонізації нейтрального газоподібного водню. Цей ефект називають випромінювання Лайман-альфа.

## Головну роль у створенні скупчень відіграють газові нитки



Структура раннього Всесвіту була схожа на павутину, яка утримує разом окремі частини, з'ясувала міжнародна група науковців. Висновок було зроблено після вивчення протокластера SSA22 — скупчення галактик на відстані 12 млрд світлових років від Сонячної системи, в сузір'ї Водолія, повідомляє Science.

Відомо, що чим далі розташований об'єкт у космосі, тим він стародавніший.

З огляду на характеристики кластера, можна припустити, що він виник в епоху раннього Всесвіту, невдовзі після Великого вибуху.

Спостереження за допомогою сучасних телескопів показали, що галактики SSA22 з'єднуються між собою газовими нитками, які світяться.

Раніше астрономи вважали, що галактики спочатку формуються, а потім вже притягуються у кластерні структури. Але нові дані змусили засумніватися у цій теорії.

Автори дослідження зробили висновок, що головну роль у створенні скупчень відіграють газові нитки. На їх «перехрестях» утворюються щільні згустки матерії, надмасивні чорні діри і галактики. Газ, який постійно рухається по нитках під впливом сили тяжіння, стимулює активне «народження» нових зірок.

Нитки виявилися надзвичайно довгими і вийшли за межі поля, яке вчені були в змозі розглянути. Ймовірно, вони тягнуться більше, ніж на мільйон парсеків.

На думку вчених, близько 60% водню, який виник під час Великого вибуху, знаходиться саме в цих структурах.

## Як може зірка бути старшою за Всесвіт?



Вчені виявили зірку, яка старша за Всесвіт. Зірка отримала свою назву на честь біблійного персонажа Мафусаїла.

Вже понад 100 років астрономи спостерігають за незвичайною зіркою у 190 світлових роках від Землі в сузір'ї Терезів.

Ця зірка летить зі швидкістю близько 1,3 млн кілометрів на годину. Але найнезвичайнішою її характеристикою є вік. Зірка HD 140283, або зірка Мафусаїла, вважається однією з найстаріших зірок Всесвіту (з відомих ученим).

У 2000 році вчені спробували оцінити вік зірки за даними, зібраними в ході спостережень через супутник Hipparcos Європейського космічного агентства. За їхньою оцінкою, вік цієї зірки складає 16 мільярдів років! При цьому загальноприйнятий вік Всесвіту — 13,8 млрд років, і це значення підтверджується спостереженнями.

Ця розбіжність викликала хвилю дискусій. Як може зірка бути старшою за Всесвіт? Або як Всесвіт може бути молодше?

Зірка отримала свою назву на честь біблійного персонажа Мафусаїла, який, згідно з Писанням, помер у віці 969 років.

Зірка Мафусаїла, очевидно, по-справжньому стара. Це субгігант, що складається, переважно, з водню і гелію. Мізерний вміст заліза підтверджує той факт, що об'єкт сформувався ще до того, як залізо стало таким поширеним елементом.

Астроном Говард Бонд і його колеги з Університету Пенсільванії взялися перевірити значення у 16 мільярдів. Для цього їм довелося переглянути 11 наборів даних спостережень, зібраних в період з 2003 по 2011 роки датчиками (Fine Guidance Sensors) космічного телескопа «Хаббл».

Ці датчики вимірюють позиції, відстані і енергію випромінювання зірок. За паралаксу, спектроскопії і фотометрії можна більш точно визначити вік.

Як пояснює Бонд, «точна відстань до зірки HD 140283 залишалася однією з причин неточного віку. Було важливо правильно визначити відстані, щоб за ним обчислити



Околиці Мафусаїла (підписано червоним)

яскравість, а слідом і вік — чим вище справжня яскравість, тим молодша зірка».

Також вчені відстежували паралакс: стежили за положенням зірки на небі упродовж року.

Теоретичні моделі теж залишали бажати кращого. Вчені не були впевнені у точній швидкості реакцій в ядрі і не до кінця розуміли роль дифузії конкретних елементів в зовнішніх шарах.

Тому команда вивчила вірогідність швидшого ядерного синтезу. Якщо зірка дійсно горіла швидше звичайного, то і за віком вона повинна бути насправді молодше.

Не варто забувати і вміст кисню, — нагадує Бонд. — У HD 140283 виявилось набагато більш високе співвідношення кисню до заліза.

А в перші мільйони років еволюції Всесвіту кисню в ній було не так вже й багато. Це було ще одним натяком на те, що Мафусаїл насправді молодше».

В результаті Бонд і його колеги прийшли до значення в 14,46 млрд років з похибкою у 800 мільйонів років. Це, звичайно, значно менше 16 млрд але, як і раніше, все-таки більше за вік Всесвіту (якщо не враховувати похибку).

Бонд вважає, що настільки близькі значення віку Всесвіту і його найдавнішої зірки, отримані, до речі, різними методами аналізу, лише підтверджують правильність теорії про Великий вибух.

Завдяки спостереженням, тепер розрив не настільки величезний, яким був у 1990-х — тоді вік древніх зірок оцінювали і в 18 млрд років, і навіть у 20 млрд. Тепер з урахуванням похибок оцінка хоча б не суперечить прийнятним моделям.

«Це загадка космічних пропорцій: як Всесвіт може мати зірки старші за себе? Це загадка, з якою зараз стикаються астрономи, що намагаються встановити вік Всесвіту, і їхнє рішення може викликати наукову революцію», — заявив фізик і член Королівського астрономічного суспільства Великобританії Роберт Метьюз.

Доктор Метьюз відзначив, що недавні виміри космічного фонового випромінювання, що залишилося після Великого вибуху, дуже точно показують, що Всесвіт має вік 13,8 млрд років, плюс-мінус близько 20 млн років.

Але у 2013 році вимірювання показали, що HD 140283, яка дістала назву «Зірка Мафусаїла», існувала 14,5 млрд років тому, оскільки має всього низький вміст металів.

Однак 14,5 млрд — це більше, ніж 13,8 млрд. Так що ж відбувається? Невже визначення NASA віку зірки Мафусаїла є неточним?

Загалом, загадка віку HD 140283 повинна привести вчених до більш великого і більш складного, з наукової точки зору, відкриття.

## Дві галактики у процесі лобового зіткнення



Дві галактики у процесі лобового зіткнення нагадують обличчя: з космосу на нас витріщаються блискучі очі (ФОТО).

У глибокому космосі є дві далекі галактики, які зараз перебувають у процесі лобового зіткнення. Зображення нагадує обличчя із двома очима, чимось схоже на картину «Крик» Мунка. Фото цього злиття вирішили оприлюднити саме на Гелловін:

Два «ока» цього «обличчя» — це яскраві ядра двох віддалених від нас галактик, які зараз перебувають у процесі лобового зіткнення.

Контури обличчя — це кільце молодих блакитних зірок. Ця зовнішня структура дуже нетривка за космічними мірками — вона існуватиме лише 100 млн років (це як від динозаврів до нас).

Саме ж злиття триватиме аж мільярд років.

Злиття галактик у всесвіті відбувається часто. Але отак лоб в лоб це буває порівняно рідко.

Особливо потужна природа цього зіткнення створює кільцеву форму. Крім того, в більшості випадків ідеться про більшу галактику, яка «пожирає» дрібнішого сусіда. Навіть наш Чумацький Шлях займається таким галактичним канібалізмом. В даному ж випадку маємо дві галактики приблизно однакового розміру.

Іншими словами, пише Space, нечасто побачиш два «ока», що витріщаються на тебе з космосу.

Це галактичне злиття називається Arp-Madore 2026–424, воно розташоване від нас на відстані 704 млн світлових років, візуально перебуваючи в сузір'ї Мікроскоп.

Ця фотографія знята 19 червня, однак Space.com звернув на неї увагу зараз, на Геловін.

### «Народження» нового елемента

Вчені стали свідками «народження» нового елемента: все сталося під час вибуху.

Астрономи стали свідками неабиякої події і зробили прорив у науці. В ході кило-нова (злиття двох нейтральних зірок) учені розпізнали новий елемент. На крок ближче до розгадки таємниці Всесвіту.

Міжнародна група учених уважно стежить за подією, яка відбувається на відстані тисячі світлових років від Землі у сузір'ї Гідра.

Ще з 2017 року, коли вперше було зафіксованою гравітаційний-хвилюєвий спалах, учені зі всього світу уважно вивчали унікальну, у своєму роді, подію — злиття двох нейтральних зірок.

В ході спектрального аналізу дослідникам вдалося виявити новий важкий елемент.

Використовуючи спектрограф XSHOOTER на Very Large Telescope, астрономи вивчали гравітаційні хвилі у різних спектрах; виявилось загадковий елемент — це стронцій. З огляду на цю обставину, вдалося довести, що кило-нова створює усі необхідні умови для формування важких елементів.

«Це остання стадія десятирічної гонитви за походженням елементів», — зазначив Дарач Уотсон, датський астрофізик.

Завдяки відкриттю стало відомо, що формування елементів відбувалось, як правило, під час вибуху найновіших зірок або ж у зовнішніх пластах старих.

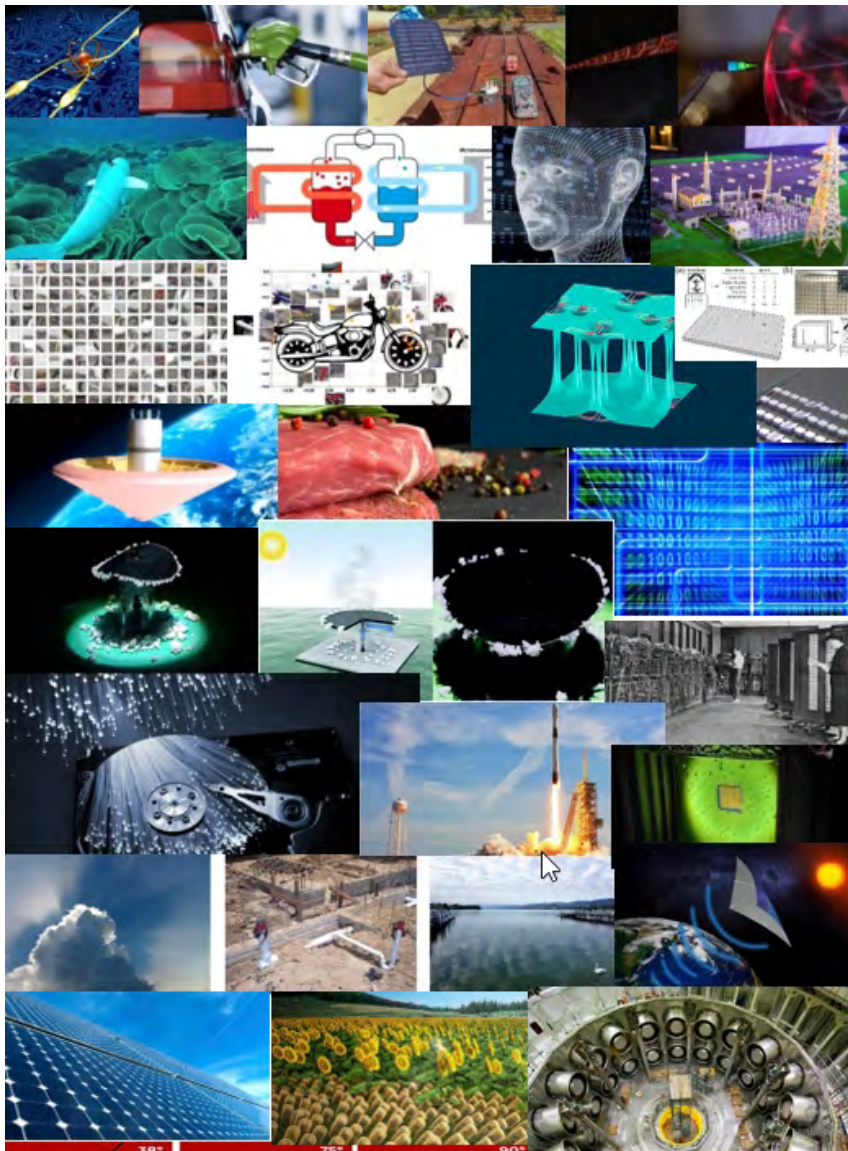
Та лише тепер стало ясно, як утворюються важчі елементи.

Таким чином, завіса таємничості ще трохи відкрилася.

Вже давно було відомо, що після «народження» Всесвіту першими виникли щонайлегші елементи — гелій і водень. І якийсь період були практично лише вони, до того моменту, доки не почала діяти гравітація.

«Народження» нового небесного світила відбувається відносно недалеко, всього на відстані 600–700 світлових років від Землі, у туманності Барнард-59.

## IV. ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО



## Найефективніші організми-перетворювачі сонячної енергії

Червоні водорості є одними з найефективніших організмів-перетворювачів сонячної енергії на Землі.

Унікальний білковий комплекс у складі морських водоростей і ціанобактерій допомагає цим примітивним біологічним видам використовувати і накопичувати сонячну енергію ефективніше, ніж будь-яким іншим істотам на планеті.

Науковці з університетів Утрехта та Бірмінгема виявили особливість життєдіяльності водоростей, яка може стати основою для створення надфективного фотоелектричного елемента.

Як і наземні рослини, водорості акумулюють сонячну енергію у біомасі через фотосинтез, але якщо звичайна зелень накопичує лише 12 % отриманої енергії, то водорості — до 98 %.

Неймовірний ККД у зберіганні сонячної енергії робить водорості ідеальним ресурсом для виробництва сонячних елементів.

Ось що вдалося з'ясувати дослідникам: безліч бороzenок на зовнішній оболонці водорості відіграють найважливішу роль у зборі сонячного світла та кожна така опуклість утворена нагромадженням клітин, що мають вигляд тонких дисків, які за допомогою гамма-елементів проводять сонячну енергію в систему життєзабезпечення водорості.

Дослідження методом мас-спектрометрії показало, що існує до двадцяти типів цих гамма-елементів. Деякі з них проводять світло краще, ніж інші, але це не означає, що вони кращі або гірші за інших — вчені вважають, що саме різноманітність цих елементів забезпечує такий високий рівень продуктивності у накопичуванні сонячної енергії водоростями.

Сучасні кремнієві сонячні батареї мають середню продуктивність у 20 %, та дослідники переконані, що запозичення у природи механізму накопичення сонячної енергії зможе значно підвищити показник конверсії.

Контрольний механізм накопичення сонячного світла в простій водорості налічує три мільярди років еволюції й за своїм характером складніший за швейцарський годинник.

«Примітивний» організм дає інженерам ключ до створення надфективних сонячних елементів.

## Принцип роботи теплового насоса

- Що таке «Тепловий насос»?
- Чим відрізняється ТН від звичайних опалювальних систем?
- Який принцип роботи теплового насоса?
- Основні різновиди і модифікації теплових насосів.
- Краща пропозиція.

## ***Що таке «Тепловий насос»***

Тепловий насос (ТН) — це агрегат для перепризначення тепла від джерела низько-потенційної енергії до теплоносіїв, що мають підвищену температуру.

Перший тепловий насос був розроблений, сконструйований і випробуваний понад тридцять років тому в Європі.

Для України це високотехнологічне кліматичне устаткування є інноваційним.

У зв'язку з постійно зростаючими тарифами на газ, опалювання і електрику дедалі більше українців починає цікавити, як працює тепловий насос і наскільки виправдана його установка в квартирі або будинку.

Європейський досвід показує, що техніку можна охарактеризувати як енергетично ефективну і економічну.

За принципом роботи ТН нагадує звичайний побутовий холодильник, але останній виробляє холод при вилученні тепла з контейнера випарними речовинами і конденсаторами у доквілля.

Тепловий же насос справляє діаметрально протилежну дію, виробляючи тепло за допомогою властивостей конденсаторів (теплообмінних апаратів).

### ***Чим відрізняється ТН від звичайних опалювальних систем?***

Насамперед, це дешевизна і практичність використання.

Ми вже зазначили, що ТН — це той же холодильник, тільки зворотної дії. Чим унікальна така технологія, чому така популярна й економічна?

Використовуючи всього один кіловат для живлення основного компресора, ми маємо близько п'яти кіловат тепла. В окремих випадках, той же кіловат «віддає» і більшу кількість теплової енергії.

Зауважимо, що насос «видає» близько 80 % теплової енергії буквально «з повітря», при цьому система не вимагає витягів, димовідводів, змазування і поточних технічних ремонтів.

Технологія є інноваційною, екологічно чистою, безпечною й універсальною для всіх типів сучасних будов, а конструкції теплових насосів постійно удосконалюються.

Існують різні типи теплових насосів, одні у якості джерела тепла використовують повітря, інші — воду водоєм або підземних джерел, є насоси, які використовують прошарок ґрунту.

### ***Який принцип роботи теплового насоса?***

Використовуючи альтернативу екологічно чистих енергетичних джерел, ми дістаємо можливість усунення кризових явищ в енергетиці України.





Сьогодні триває активна розробка традиційних джерел енергії, але найбільш багатообіцяючим напрямом є вивчення енергії, яка концентрується

у водах водойм, річок, морів і океанів, у ґрунтах, викидах і т. п.

Температурні пороги цих енергоносіїв досить низькі (5–30 °С).

Щоб використати таку енергію, здійснюється перепризначення теплового порогу на порядок вище (70–110 °С). Саме таке перепризначення можливе за допомогою теплових насосів, вони ж парові компресійні холодильні генератори.

Щоб детальніше розглянути, як працює тепловий насос існує схема.

Робота теплового насоса ґрунтована на термодинамічному циклі Карно.

Головний учасник процесу — холод-агент. Особлива рідина, яка здатна кипіти в умовах низьких температур.

Обов'язкові учасники передачі тепла з довкілля у приміщення:

- розширювальний клапан;
- компресор;
- конденсатор;
- випарник.

Холодильний агент, що перебуває у рідкому стані, минувши розширювальний клапан, опиняється у випарнику. Тут тепло поглинається з по-



вітря (грунту, води), примушуючи тим самим холод-агент набути форми пари.

Після вступу пари в компресор відбувається стискування з підвищенням температури нагріву холод-агента. Перемищуючись у конденсатор, холодильний агент віддає тепло. після чого теплова енергія йде в систему ГВС і опалювання. надалі цикл відбору ззовні і передачі тепла усередину повторюється необхідну кількість разів.

## **Основні різновиди і модифікації теплових насосів**

Перейдемо до опису модифікацій устаткування.

Першим розглянемо, як працює тепловий насос повітря-вода.

З назви очевидно, що джерелом тепла в даному випадку виступає повітря. У його складі є присутнім низько-потенційне тепло. Це означає, що



насос витягає його навіть при негативних температурах. Потім воно передається в приміщення за стандартною (описаною вище) схемою.

### ***Ґрунтовий***

Працює спільно з системою трубопроводів, яка розміщується на досить великій глибині. Джерелом енергії виступає ґрунт.

Устаткування підходить тільки власникам приватних будинків і котеджів. Облаштування і обслуговування техніки коштує хороших грошей.

### ***Водяний***

Для роботи насоса потрібна поблизу від будинку наявність (знову-таки, частки) водойми.

Альтернативний варіант — витягання тепла з водоносних шарів ґрунту на ділянці. Проте в цьому випадку необхідно отримати дозвіл від держави на користування надрами. Як Ви розумієте, це додаткові витрати часу і грошей. Тепер, проаналізувавши, як працює тепловий насос від різних джерел природної енергії, дозволимо собі дати Вам пораду — зупинити свій вибір на моделі типу повітря-вода. На відміну від інших вона:

- елементарно інтегрується в існуючу систему опалювання;
- не вимагає отримання дозволів на установку;
- коштує дешевше.

Для підстрахування бажано мати у житлі резервне джерело тепла на випадок перебоїв з електрикою.

ТН нагадує замкнуту систему контурів, у яких циркулює різного роду енергія: теплоносії, що витягають тепло з оточення, холод-агент-випарник і приймач тепла — вода основних систем опалювання і водопостачання.

Перший (зовнішній) контур — це інтегрований у земельну або водну «кишеню» трубопровід з антифриз-рідиною.

Контур номер два являє собою контейнер з холод-агентом, у який інтегровані теплообмінні елементи, — випарники, конденсатори, регулятори тиску — дроселі і компресори.

Внутрішній (третій) контур і є уся система опалювання і постачання гарячою водою.

Алгоритм роботи теплового насоса полягає у продавлюванні холод-агенту через дросельні заслінки з подальшим падінням тиску, що призводить до його вступу у випарну камеру, кипіння і подальшого витягання тепла з оточення за допомогою колектора. Холод-агент у газоподібному стані засмоктується компресором, стискається і викидається в конденсатор при високому температурному порозі. Конденсатор ТН виступає вузлом, який надає тепло, саме тут вода приймає тепло і нагрівається у третьому контурі, тобто системі теплопостачання.

Унаслідок, температура газів знижується і конденсується для розрядки у вентилі і поверненні у випарну камеру. Повторення циклу знову і знову забезпечує безперебійне теплопостачання. Тепер зрозуміло що таке тепловий насос?

Особливо вигідно використати теплові насоси, тому що в період літньої спеки є можливість запустити агрегат у зворотному порядку, тобто режимі кондиціонування.

### ***Краща пропозиція***

Теплові насоси японського виробника Hitachi відрізняються якістю, надійністю і високою ефективністю роботи.

Практично усі моделі нової лінійки Yutaki працюють на опалювання, кондиціонування і водночас можуть нагрівати воду у вашому будинку.

Тепловий насос є комплексним рішенням, що дозволяє економити навіть при температурі зовні — 25 °С, без шкоди для довкілля.

Також нова лінійка устаткування має привабливий дизайн, компактні габарити і дуже проста у сервісному обслуговуванні.

## Створення нового, безпечнішого і ефективнішого палива

Учені представили новітній вид палива.

Проблема не поновлюваних джерел енергії і паливних матеріалів стає дедалі гострішою і затребуваною для пошуку свого певного дозволу — саме тому ізраїльсько-австралійська компанія Electriq Global вирішила піти до її рішення дещо з іншого боку.

Сьогодні фахівці енергетичної компанії заявили, що знайшли спосіб створення нового, безпечнішого і ефективнішого палива на основі рідкого водню, який можна укачувати в пристрої прямо через паливний пристрій, який характеризується можливістю переробки, простішого зберігання і переміщення. Якщо вірити їхнім словам, то це паливо є концептуально новим етапом розвитку водню у цьому сегменті агрегатного стану до 60%. Це означає, що перевозити і зберігати його стає набагато простіше за традиційний бензин і нафту, а також інші формати водневого палива.

Крім того, судячи з попередніх досліджень і тестувань, це паливо не випускає небезпечних емісій — принаймні, у циклі своєї роботи в тому чи іншому пристрої. Не поспішаючи розкривати якісь подробиці щодо свого проекту, компанія, проте, говорить, що у своєму первинному процесі приготування паливо володіє лише 3% водню, а інший об'єм займають спеціальні каталітичні матеріали і агенти, що запускають фінальний процес енергетичного обміну і взаємоперетворень, що і робить це паливо таким ефективним. У момент випуску водню, ці агенти сприяють його конвертації в електричну енергію, яка і використовується для здійснення живлення відповідних елементів у використовуваних пристроях. Такий формат припускає, що на створення подібного палива Electriq Global узяла найкраще і ефективніше від бензину, водню і акумуляторів, створивши у такий спосіб нове, безпечніше і ефективніше за всіма статтями паливо — їм вдалося стабілізувати водень у формі рідини, таким чином довівши цифру цього агрегатного стану до 60%.

Тож на створення подібного палива витрачається значно менше ресурсів, часу і засобів, а його ефект в середньому удвічі вище, порівняно з іншими форматами водневого палива.

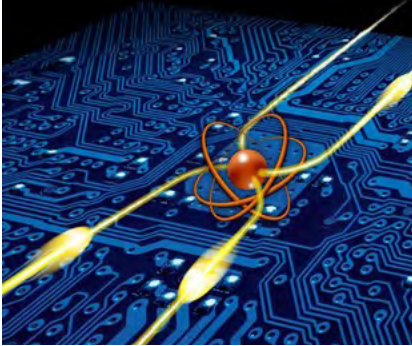
### Нове паливо

У Норвегії круїзні судна ходитимуть на мертвій рибі.

Норвезький круїзний оператор Хуртігрутен вирішив використовувати на своїх лайнерах біогаз із відходів рибної промисловості.

У розпорядженні компанії є флот з 17 кораблів, і до 2021 року вона планує перевести принаймні шість із них на використання біогазу.

У Норвегії добре розвинена рибна промисловість, а відходи змішують з іншими органічними відходами для виробництва палива: рідкого біогазу.



«Те, що інші вважають проблемою, ми розглядаємо як ресурс і рішення. Впровадивши біогаз як паливо для круїзних суден, Хуртігрутен стане першою круїзною компанією, яка постачатиме кораблі паливом не на основі твердих копалин», — сказав виконавчий директор компанії Деніел Скъельдам.

Усе це є частиною плану Хуртігрутен до 2050 року повністю нейтралізувати вуглець. За словами представника компанії, перший корабель може бути готовий уже наступного року. Ця заява з'явилася після того, як капітан судна круїзного корабля Р & О був оштрафований на 100 000 євро, оскільки він спалював паливо, що містить сірку в кількості, що перевищує європейський ліміт. 125-річна компанія, що володіє 17 круїзними судами, також забороняє використання одноразових пластмас на своїх лайнерах. Зазначається, що за рівнем викидів шкідливих газів один великий круїзний лайнер може принести за день стільки ж шкоди, скільки мільйон автомобілів на дорозі.

## Епоха квантових комунікацій уже настала

Новітній експеримент довів, що квантові послання можна передавати набагато швидше за класичні.

Квантові комп'ютери все ще залишаються мрією, але епоха квантових комунікацій уже настала. Новий експеримент, проведений у Парижі, вперше показав, що квантове повідомлення перевершує класичні методи передачі інформації. «Ми першими продемонстрували квантову перевагу у передачі інформації, яка потрібна двом сторонам для виконання завдання», — говорить Елени Діаманті, інженер-електрик з Університету Сорбонни і співавтор дослідження.

Очікується, що квантові машини — які використовують квантові властивості матерії для кодування інформації — зроблять революцію в обчислювальній техніці. Але прогрес у цій області був украй повільним. Тоді як інженери працюють над створенням елементарних квантових комп'ютерів, учені-теоретики зіткнулися з фундаментальною перешкодою: вони не змогли довести, що класичні комп'ютери ніколи не зможуть виконати завдання, для яких призначені квантові комп'ютери.

Минулого літа, наприклад, хлопець з Техасу довів, що проблема, яка тривалий час вважалася вирішуваною тільки на квантовому комп'ютері, може бути швидко розв'язаною і на класичному.

Проте в галузі комунікацій (а не обчислень) переваги квантового підходу можна підтвердити.

Більше десяти років тому учені довели, що, принаймні, теоретично, квантова комунікація перевершує класичні способи відправлення повідомлень для певних завдань. «Люди в основному займалися обчислювальними завданнями. Одним з великих плюсів є те, що у випадку з комунікаційними завданнями переваги доказові».

У 2004 році Йорданіс Керенідіс, співавтор роботи Діаманті, та ще двоє учених представили сценарій, за яким одній людині потрібно було відправити інформацію іншій, щоб інша людина могла відповісти на конкретне питання. Дослідники довели, що квантова схема може виконати завдання, передаючи експоненціально менше інформації, ніж класична система. Але квантова схема, яку вони представили, була суто теоретичною — і далеко за межами технологій того часу. «Ми змогли підтвердити цю квантову перевагу, але реалізувати квантовий протокол було вкрай складно», — говорить Керенідіс.

Нова робота є зміненою версією сценарію, передбаченого Керенідісом і його колегами.

Як завжди, звернемося до двох суб'єктів, Аліси і Боба. У Аліси є набір пронумерованих кульок. Кожна кулька випадково забарвлена у червоний або синій колір. Боб хоче знати, чи має конкретна пара кульок, вибраних випадково, один і той же колір, або різні. Аліса хоче відправити Бобу найменшу кількість інформації, яка лише можлива, при цьому гарантуючи, що Боб зможе відповісти на своє питання.

Ця проблема називається «Проблемою зіставлення зразків». Вона має важливе значення для криптографії і цифрових валют, де користувачі часто хочуть обмінюватися інформацією, не розголошуючи усього, що вони знають. Це також прекрасно демонструє переваги квантових комунікацій.

Не можна просто сказати: я хочу відправити вам фільм або щось розміром з гігабайт і закодувати його у квантовий стан, чекаючи знайти квантову перевагу, вважає Томас Видик, комп'ютерний учений з Каліфорнійського технологічного інституту. «Треба розглядати тонші завдання».

Для класичного вирішення проблеми зіставлення, Аліса повинна відправити Бобу кількість інформації, пропорційної квадратному кореню з числа кульок. Але незвичайна природа квантової інформації робить можливим ефективніше рішення.

## **Водневе паливо з морської води**

Команда учених знайшла спосіб робити водневе паливо з морської води. Так, океан може стати величезним джерелом чистої енергії.

Група працівників Стенфордського і Пекінського університетів виявила, як можна робити з морської води водневе паливо.



Для того, щоб отримати водневе паливо, учені вирішили застосувати електроліз — розкладання води на кисень і водень під впливом електричного струму.

За такою схемою розкласти можна будь-яку воду, але прісна вода є одним із цінних ресурсів.

Альтернативою виступає електроліз солоної води.

Але тут проблема полягає в тому, що сіль досить швидко знищує електроди, використовувані для електролізу.

А спроба очистити морську воду від солі більше енерговитратна, ніж отримання енергії від водневого палива.

Як повідомляли експерти, виготовлення водневого палива з джерел прісної води може створити проблеми для тих, хто випробовує життєву необхідність у цій рідині. Це особливо вірно, оскільки зміна клімату може незабаром посилити посуху в усьому світі.

Meizu 16s готовий до анонса: з'явилася ціна і параметри новинки технології, — шляхом вирішення проблеми став стійкий до руйнування анод.

Так, експерти накрили його провідниковим шаром сульфіду нікелю і шаром каталізатора із заліза і нікелю. Потім вони скомпонували отриманий двохпластинчатий анод з катодом і провели електроліз лужних розчинів хлориду натрію і морської води. Воду абсолютно жодним способом не очищали, а просто узяли із затоки Сан-Франциско.

За твердженням співробітника Стенфорда хіміка Хунцзе Дай (Hongjie Dai), створена система може використовуватися при створенні плавучих станцій електролізу, що генерують чисте і дешеве паливо.



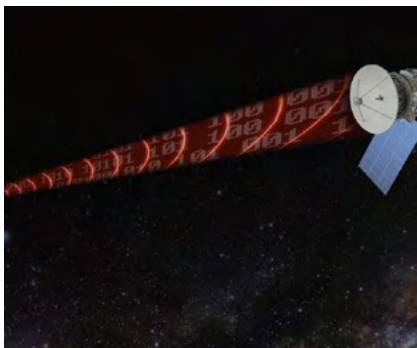
Водневе паливо набуває дедалі більшого значення у сучасному світі.

За словами дослідника, якщо в майбутньому автомобілі і інші транспортні засоби отримають широке поширення, нам знадобиться дуже багато водню — і тоді людство почне активніше думати про те, де і як його отримати.

За даними експериментів, без покриття нікелем анод служить приблизно 12 годин. Але з шаром нікелю він може працювати більше тисячі годин.

Крім того, електролітичний осередок такого типу є дуже енергоефективним. При щільності струму 800 міліампер на один квадратний сантиметр, для електролізу морської води, виявилось цілком достатньо напруги у 2–3 вольти. Таку напругу може забезпечити навіть невелика сонячна панель.

## Передача даних за допомогою гравітаційних хвиль



Математики проаналізували властивості гравітаційних хвиль в узагальненому просторі (алгебраїчної конструкції, що діє на поняттях вектора і точки) подібно властивостям електромагнітних хвиль у просторі-часі Мінковського. Вони повідомили про можливість передачі інформації за допомогою неметричності хвиль і передачі її просто-риво без спотворень.

Це відкриття може привести до нових способів передачі даних

у просторі, наприклад, між космічними станціями. Результати були опубліковані в *Classical and Quantum Gravity*.

Гравітаційні хвилі — це хвилі кривизни простору-часу, які, відповідно до Загальної теорії відносності, повністю визначаються самим простором-часом.

Наразі є підстави вважати простір-час більш складною структурою з додатковими геометричними характеристиками, такими, як кручення і неметричність.

В даному випадку, говорячи мовою геометрії, простір час перетворюється з ріманова простору, передбаченого Загальною теорією відносності (ЗТВ) в узагальнений афінно-метричний простір.

Відповідні рівняння гравітаційного поля, які узагальнюють рівняння Ейнштейна, показують, що крутіння і неметричність також можуть поширюватися у вигляді, зокрема, плоских хвиль, на великій відстані від джерел хвиль.

Ми зможемо передавати інформацію за допомогою гравітаційних хвиль?

Щоб описати гравітаційні хвилі, учені з РУДН використовували математичну абстракцію — Афінний простір, а саме звичайний векторний простір, але без початку координат. Вони довели, що в такому математичному поданні гравітаційних хвиль існують функції, які залишаються незмінними в процесі поширення хвиль.

Можна встановити довільну функцію для кодування будь-якої інформації приблизно так само, як електромагнітні хвилі передають радіосигнал.

Якщо вчені зможуть розробити метод включення цих конструкцій у джерело хвиль, вони зможуть досягти будь-якої точки простору без змін. Тобто, гравітаційні хвилі можна використовувати для передачі даних.



## Космічні кораблі дуже маленьких розмірів

Надпотужний лазер зможе доставляти космічні кораблі дуже маленьких розмірів на Марс за кілька днів.

Проект Breakthrough Starshot ставить своєю метою дослідити сусідню зоряну систему з використанням надпотужних лазерних променів і космічних кораблів дуже маленьких розмірів.

Біля витоків цього проекту стоять покійний Стівен Хокінг (Stephen Hawking), астроном Гарвардського університету Аві Леб (Avi Loeb) і російсько-американський мільярдер Юрій Мільнер.

Концепція заснована на понад 80 наукових дослідженнях міжзоряних подорожей. «Перед нами поставили мету вивчити цілий ряд різних методів того, як можна відправити об'єкт до іншої зірки. У підсумку ми вирішили, що єдиний надійний спосіб зробити це — побудувати величезний лазер, ймовірно, у Чилі», — розповідає один зі співробітників проекту Пітер Клупар (Peter Klupar). В рамках цього проекту вчені розраховують відправити приблизно 1000 малюсінких космічних кораблів Star Chip у напрямку Альфи Центавра — найближчої до Землі, після Сонця, зоряної системи. Швидкість цих зондів становитиме 20% від швидкості світла (близько 215 мільйонів кілометрів на годину), а кожен «чип» важитиме менше одного грама.

Ще один пункт призначення — Проксима Центавра, найближча до Землі зірка після Сонця, яка може мати населену планету.

Відправка Star Chips планується в середині 2030-х, а до своєї надшвидкості кораблі зможуть розганятися упродовж кількох хвилин, завдяки потужному лазерному вибуху, що випромінюється в космос з поверхні Землі.

Проте астрономи попереджають і про небезпеки такого підприємства: лазерний промінь потужністю в 100 ГВт (а саме така потужність потрібна для успішної відправки чіпів) буде настільки сильним, що зможе спалити будь-яке місто за лічені хвилини, якщо відіб'ється від якогось об'єкта у космосі і повернеться на Землю.

Ще однією перешкодою можуть стати хмари газу і пилу, які ховаються між зірками, — такий матеріал може просто знищити космічний корабель.

Ілюстрація відправки «п-кораблів» за допомогою потужного лазерного променя Breakthrough Prize. А самої ілюстрації немає

Водночас, якщо все пройде успішно, камери Starchips зможуть надати людству перші масштабні фотографії світів розміром із Землю вже до 2060-х: сама подорож займе близько 25 років, а на одержання даних піде чотири з гаком роки, залежно від пункту призначення.

В якості прикладу астрономи звертаються до успішного досвіду запуску експериментальних чотирьохграмових супутників, званих «спрайтами», побудованих і випробуваних співробітниками Корнеллського університету.

У червні 2017 року флот з шести таких міні-кораблів відправився у космос на борту індійської ракети. Вони були оснащені датчиком температури і передавали на Землю дані через радіозвуковий сигнал.

За словами Клупара, такі крихітні космічні кораблі можуть розглядатися як попередники Star Chips.

Але, крім зоряних систем Центавра, у Starshot є ближча мета — Сонячна система.

У 2030 році співробітники проекту сподіваються побудувати базову станцію з лазерним випромінюванням потужністю один ГВт в горах Сьєрра-Невада. Це дозволило б перевірити концепцію міжзоряних місій Star Chip на основі лазера, однак все може обійтися у 10 разів дешевше.

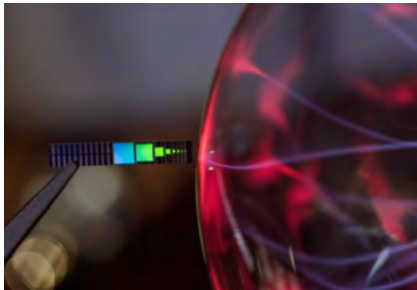
Ідея полягає в тому, щоб просувати зонди повз планети, місяці, астероїди та інші об'єкти на одному відсотку від швидкості світла. Вчені вважають, що з допомогою технологій їм вдасться дістатися Марса за кілька днів, Юпітера — за кілька тижнів, а Плутона — за кілька місяців. Для останнього результату зонду NASA New Horizons знадобилося близько дев'яти років. Варіант Star Chip, розроблений для Сонячної системи, важитиме близько 100 грамів — приблизно у 100 разів масивніше, ніж міжзоряний.

Запуск цього проекту вимагає участі багатьох країн та їх схвалення, оскільки спалах одно-ГВт-ного лазера може пошкодити супутники, що проходять на цій ділянці.

Вчені оцінюють цей проект у мільярд доларів, при цьому велика частина інвестицій буде спрямована на лазерний промінь.

Однак після будівництва станції прості і часті дослідження далекого космосу можуть стати набагато дешевшими.

## Модулі термоелектричної генерації



Японські вчені винайшли дешевий спосіб, як перетворити тепло на електрику.

Дослідники розробили недорогий генератор, який перетворює тепло на електроенергію.

Про це пише Advanced Materials Technologies.

Створений термоелектричний генератор досить дешевий і водночас великомасштабний, гнучкий та має високу механічну надійність.

Термоелектричне перетворення є одним з найпривабливіших методів перетворення низькотемпературного (150 °C або нижче) тепла на електроенергію.

Однак широкому розвсюдженню цієї технології перешкождала відсутність відповідних технологій упаковки для модулів термоелектричної генерації, які можуть працювати в діапазоні 100–150 °С.

Крім того, вартість виробництва модулів для вироблення електроенергії при кімнатній температурі була високою, до цього часу.

У цьому дослідженні вчені з Університету Осаки розробили дешевий метод виробництва модулів термоелектричної генерації, зберігаючи при цьому ефективність перетворення.

Вони встановили невеликі термоелектричні напівпровідникові мікросхеми на гнучкій підкладці і змогли домогтися надійної і стабільної зчипки електричних контактів.

Вони назвали свій винахід Flex TEG.

Унікальною особливістю їхнього модуля є паралельна інтеграція електродів, яка дозволяла згинати модуль у будь-якому напрямку.

Паралельне вирівнювання електродів зменшило механічне навантаження на окремі термоелектричні напівпровідникові мікросхеми, поліпшивши тим самим загальну механічну надійність модуля.

## Генератор на морській воді для підводних роботів



Нова технологія вироблення енергії прямо з морської води дозволить підводним роботам стати більш автономними.

Дослідники зі Східно-китайського педагогічного університету в Шанхаї (ECNU) розробили ефективну технологію отримання енергії з морської води.

У всьому світі учені розробляють морських роботів, які зможуть виконувати складні і небезпечні завдання у товщі води. Наприклад, складати карти рельєфу дна, цілодобово відстежувати температуру і склад води, інспектувати трубопроводи і глибоководні кабелі.

Але, як правило, час роботи таких роботів залежить від місткості акумулятора.

Нова розробка може змінити ситуацію.

Учені зробили катод з берлінської блакиті — дешевого і доступного матеріалу, використовувати який економічно вигідно. Берлінська блакить складається з ціанід-іонів і іонів заліза, які легко приймають і вивільняють електрони, а у поєднанні з металевим анодом можуть використовуватися для вироблення електроенергії з навколишньої морської води.

Система забезпечує надійне живлення як для тривалих завдань з низькою витратою енергії, таких, як освітлення, моніторинг температури і, власне, плавання, так і коротких завдань з високим енергоспоживанням — наприклад, прискорення або активація механічних маніпуляторів.

Найважливіше, що між цими двома режимами система перемикається самостійно — подібно до того, як деякі морські організми уміють перемикати своє клітинне дихання з аеробного на анаеробне.

## У Нікополі відкрили найбільшу СЕС



Найбільша сонячна електростанція України, яку за допомогою інвесторів відкрили у Нікополі, має близько 750 тисяч сонячних панелей та вироблятиме майже 290 млн КВт\*г енергії на рік. Її вистачить, аби повністю забезпечити електрикою кілька невеликих міст. Про це повідомляє прес-служба Дніпропетровської облдержадміністрації.

«Дніпропетровщина активно переходить на альтернативну енергетику — в області зводять автономні котельні та сонячні електростанції. Найпотужніша з них запрацювала у Нікопольському районі», — цитує прес-служба голову Дніпропетровської ОДА Валентина Резніченка.

Понад 1600 українських та китайських інженерів і будівельників звели сонячну електростанцію менше ніж за рік поблизу села Старозаводське, Нікопольського району на площах колишнього рудного кар'єру.

Нікопольську СЕС звели винятково коштом інвесторів, не витративши ані копійки з бюджету.

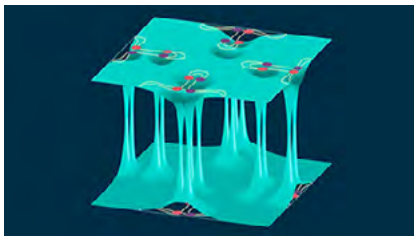
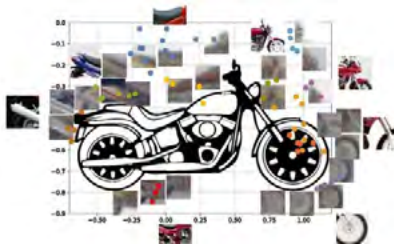
Масштабний проект втілили у життя українська компанія ДТЕК та китайська China Machinery Engineering Corporation (СМЕС).

Загалом за чотири роки на Дніпропетровщині вже звели 35 сонячних електростанцій, загальною потужністю понад 312 МВ.

Нагадаємо, у Чорнобилі ввели в експлуатацію сонячну електростанцію. Вона розташована майже навпроти саркофага над четвертим енергоблоком.

Також ми писали про те, що в Україні запрацював ресторан McDonald's на сонячній енергії.





Сегнетоелектрика (у зарубіжній літературі ферроелектрика) — це явище спонтанної поляризації в кристали.

У цьому випадку електрони всередині речовини розподілені нерівномірно, утворюючи певні «скупчення». До таких речовин належать, наприклад, сегнетова сіль (подвійна водна сіль калію-натрію винної кислоти), титанати барію і свинцю, ніобат літію.

Сегнетоелектрики використовуються, наприклад, як елементи пам'яті або у виробництві малогабаритних низькочастотних конденсаторів з великою питомою місткістю.

Проте проява одночасно металевих і сегнетоелектричних властивостей вважалася до певного часу неможливим.

Теорія в принципі припускала існування таких речовин, структура кристалів яких мала бути шаруватою, і один шар мав бути металевим, а інший — сегнетоелектричним, але вважалася, що їхня «металева» природа заглушить сегнетоелектричні властивості. «Іще в шістдесятих роках теоретики передбачили, що сегнетоелектричні метали повинні існувати, проте ми змогли створити їх лише зараз. Інші багат шарові металеві матеріали так само повинні мати подібні властивості, і ми плануємо продовжувати їх пошуки», — розповідає Панкадж Шарму з університету Нового Південного Уельсу в Сідней (Австралія), один зі співавторів статті.

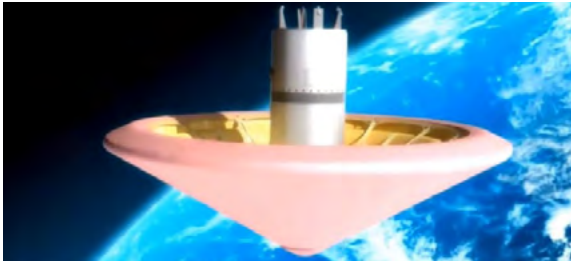
Дослідникам вдалося отримати з'єднання вольфраму і телуру  $WTe_2$ , яке проявляє металеві і сегнетоелектричні властивості при кімнатній температурі.

Це може привести до створення нових типів пам'яті для комп'ютерів. Вона не втрачає інформацію при відключенні живлення, при цьому не «сипатиметься» з часом, на відміну від флеш-пам'яті.

## Надувний конус для безпечної посадки на Марс

У NASA задумали саджати колоністів на Марс за допомогою надувного конуса.

Національне агентство аеронавтики США (NASA) анонсувало проєкт LOFTID, що є величезним надувним конусом для безпечної посадки людей і габаритних вантажів на Марс і інші планети з розрідженою атмосферою.



Нюанс у тому, що атмосфера на Марсі у 100 разів більше розріджена, ніж на нашій планеті і це робить парашути неефективними.

Для посадки марсоходів використовувалися надувні кулі,

що амортизували удар об поверхню (і стрибали, немов м'ячик).

Але найважчим апаратом на поверхні Червоної планети був Curiosity, чия маса на Землі складає 907 кг.

За словами учених, це практично межа для існуючої технології.

Щоб створити колонію, необхідно спочатку доставити туди усю інфраструктуру: будинки і технічні будівлі (для вироблення енергії, переробки відходів і іншого), і ліміту в одну тунну буде недостатньо, як і для людського посадочного модуля.

За словами старшого інженера Дослідницького центру Ленгли NASA Ніла Чігвуда, для цього знадобитися спеціальний захисний кожух, який зможе не лише загальмувати перед посадкою, а й захистити апарат від перегрівання (при температурах до 1593 градусів Цельсія).

Оскільки немає можливості помістити в ракету повнорозмірний захист, в агентстві пропонують зробити гальмівну систему LOFTID надувною. Її каркас зроблять з синтетичного волокна, що за заявами у 15 разів міцніше сталі.

У розгорнутому стані утворюється ширококутний конус, діаметром 6 метрів.

Незабаром має відбутися тестовий політ на ракеті Atlas V.

Посадочний апарат, оснащений системою LOFTID, увійде до атмосфери Землі і має сповільнитися нижче швидкості звуку, після чого викинути парашути.

Крім посадок на інших планетах і інших космічних тілах, LOFTID можна використати і на Землі. United Launch Alliance цікавиться можливістю повернення відпрацьованих сідців ракет за прикладом Space X (але там для уповільнення застосовують ракетні двигуни).

Також гальмівну систему можна використати, безпечно «скидаючи» вантаж з Міжнародної космічної станції або будь-якого іншого орбітального об'єкта на Землю.

У теорії, таку систему можна застосувати і для доставки продуктів космічної промисловості на нашу планету (наприклад — у разі добування корисних копалини на Місяці і астероїдах).

## М'ясо з повітря

Співзасновник калівердіанської каліфорнійської біотехнологічної компанії Ліза Дайсон розповіла, що науковці планують виробляти штучне м'ясо просто з повітря.

Повідомляється, що фахівці надихнулися цією ідеєю завдяки NASA.

У 60-х роках минулого століття співробітники NASA вивчали, як перетворити двоокис вуглецю, який видихають астронавти, на їжу і створити на борту космічного крейсера вуглецевий цикл для тривалих подорожей.



Ліза Дайсон і Джон Рід вирішили вивчити Землю так само, як космічний корабель, обмежений можливостями і ресурсами.

Агентство ідентифікувало клас одноклітинних мікроорганізмів, які називаються гідрогенотрофами. Вони живляться  $\text{CO}_2$  і за допомогою водню перетворюють його на їжу, при цьому синтезуючи газ у клітинний матеріал.

Ліза Дайсон зазначає, що є багато різних речей, які можуть зробити вчені. Фахівець повідомила, що «повітряний білок» багатий на вітаміни і мінерали, а також містить усі амінокислоти, що робить його повноцінним білком.

## Пристрій виводить практично 100% солі з морської води

Команда науковців з Університету Монаша в Австралії створила відносно простий і недорогий метод опріснення морської води, який для роботи потребує лише сонячної енергії.

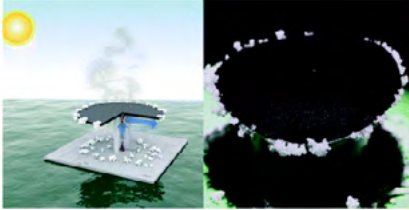
Стаття про розробку опублікована в

журналі *Energy & Environmental Science*.

В основі пристрою — невеликий диск з супергідрофільного фільтрувального паперу, покритого вуглецевими n-трубками для поглинання світла.







Усе відбувається за звичним сценарієм: вода нагрівається, починає випаровуватися, при цьому з неї виводяться сіль та інші домішки.

Проте в сучасних опріснювачах матеріал поверхні «засмічується» кристалами солі, що утворюються, тому процес сповільнюється.

Як повідомляють науковці з Університету Монаша, їм вдалося розв'язати цю проблему за допомогою підтримки рівномірної швидкості випару води. Для цього вони використали бавовняну нитку діаметром в один міліметр, яка транспортує соляну воду у випарний диск, при цьому чиста вода залишається у пристрої, а кристали солі осідають по його краях і як би «виштовхуються» за межі.

Система функціонує цілком на сонячній енергії, тому може бути корисна в регіонах, де немає постійного доступу до електрики.

За словами хіміка Ксивана Чжана, новий пристрій здатний щодня робити близько шести-восьми літрів чистої води на один квадратний метр поверхні.

### «Рідкий» жорсткий диск і як він працює?

Ми розповідали вам про те, що вчені наближаються до створення молекулярного комп'ютера. Однак це не єдиний спосіб «використати» молекули при створенні різних видів електронних пристроїв.



Приміром, група дослідників з Брауновського університету (США) нещодавно представила перший дослідний зразок, так званого «рідкого» жорсткого диска. Називається він так тому, що в якості носія

інформації в нім виступає особливий розчин з молекулами всередині.

Але як він влаштований і навіщо потрібний?

Що таке «рідкий» жорсткий диск?

Строго кажучи, використання молекул, як засобів для зберігання інформації — річ далеко не нова. Вже неодноразово робилися спроби (і дуже успішні) запису даних у молекули ДНК.

Навіщо це потрібно? Все просто. Завдяки особливій структурі молекули ДНК, щільність запису інформації у кілька сотень разів перевершує аналогічні носії, виконані за «звичайними» технологіями.

Це означає, що, грубо кажучи, при збереженні розміру на стандартний жорсткий диск можна буде записати таку кількість даних, для зберігання яких раніше вам потрібний був величезний сервер.

Проте дослідники із США припустили, що для цих цілей підійде не лише ДНК, а й інші молекули, на основі яких вони і зробили свій перший молекулярний «рідкий» жорсткий диск.

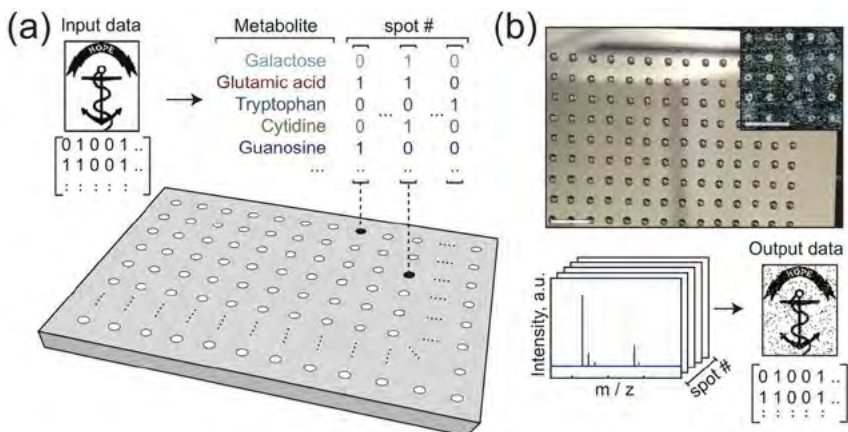
Як працює «рідкий» жорсткий диск.

У своїх експериментах учені використали речовини під назвою «металолами». Вони є складовими цукру, амінокислоти й інші молекули, змішані в розчині у певних пропорціях.

Під час запису інформації молекули починають реагувати одна з одною, утворюючи нові сполуки. Вони і є носіями інформації. А використання записаних даних робиться шляхом досить простого хімічного аналізу складу розчину.

Більше того, експерти стверджують, що для запису і зберігання інформації можна використати ширший набір молекул, тим самим збільшивши кількість можливих поєднань речовин і, відповідно, підвищивши щільність запису.

Виглядає перший «рідкий» жорсткий диск таким чином: розчин молекул розділений на кілька частин, кожна з яких за об'ємом дорівнює одному п-літру. Ці частини розчину розподіляються по поверхні пластини. Кожна частина розчину поміщається у свій осередок. У той момент, коли на поверхню пластини подається розчин іншого типу (саме це і є інформація, що «входить»), вона, вступаючи у взаємодію з розчинами в осередках, утворює нові речовини. Ці речовини залишаються в осередках і являють собою вже записану інформацію. Після цього залишається лише рахувати дані, які записалися на «рідкий диск».



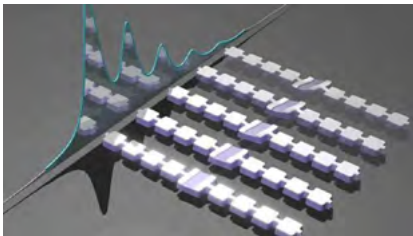
У такий спосіб в ході експериментів ученим вдалося записати графічний файл об'ємом у 2 кілобайти. Його ви можете бачити на малюнку вище. Він виконаний у вигляді якоря з написом «Норе».

Так, 2 кілобайти — це ніщо, в порівнянні з величезними багатобайтовими монстрами, наявними сьогодні на ринку.

Але потрібно розуміти, що це лише початок розвитку технології, — і за інших, рівних умов, новий підхід є набагато перспективнішим.

## Квантовий мікрофон

Вчені-фізики зі Стенфордського університету створили пристрій, який можна назвати терміном «квантовий мікрофон», чутливість якого досить висока для того, щоб за його допомогою можна було виміряти параметри окремих звукових часток, що називаються фононами.



Цей новий пристрій може стати основою нових видів квантових датчиків, різних перетворювачів і облаштування зберігання інформації для майбутніх квантових комп'ютерів.

Фонон — це свого роду частка, що є «пакетом» вібраційної (звукової) енергії, ідея якої запропонована Альбертом Ейнштейном

ще у 1907 році. Ці енергетичні пакети випромінюються збудженими атомами і вони проявляються як звук або тепло, залежно від частоти їх коливань.

Проте, кількість вібраційної енергії, поміщеної в один фонон, не може бути будь-якою, вона обмежена набором декількох дискретних значень.

Енергія механічних систем може бути представлена, як кількість фоновнів з визначеною енергією, які може виконати ця система.

Ученим відомо, що якщо вібраційний енергетичний стан системи, називаний терміном Fock, має значення 1, то в систему поміщений один фонон.

Природно, що якщо значення Fock рівне двом, то в систему поміщено два фонони.

Саме на цьому принципі і ґрунтована робота нового квантового мікрофона, який, вимірюючи енергію своєї системи, обчислює кількість фоновнів і, завдяки цьому, може почути навіть «шепіт» окремих атомів.

Квантовий мікрофон є охолодженим до наднизької температури наномеханічним резонатором, настільки маленьким, що його можна побачити лише під електронним мікроскопом. Цей резонатор підключений до загальної схеми, що використовує явище надпровідності, усередині якої

циркулюють пари пов'язаних електронів, здатних переміщатися, не зустрічаючи жодного опору.

Уся структура мікрофона формує один квантовий біт, кубіт, який може перебувати у стані квантової суперпозиції, тобто у двох квантових станах одночасно. Коливання, які здійснює резонатор цього кубіта, відбуваються на резонансній частоті пристрою і вони є носієм квантової інформації.

Дефекти, штучно створені на поверхні резонатора у вигляді періодичної структури, виконують роль «звукового дзеркала», що відбиває фонони до центру структури резонатора, який є пасткою.

При деяких режимах роботи квантового мікрофона він перетворюється на звуковий генератор, здатний виробляти одиничні фонони.

Ця здатність, у свою чергу, дозволить створити мікромеханічні пристрої, здатні зберігати і відтворювати квантову інформацію, закодовану в параметрах часток звуку.

Окрім цього, подібні системи можуть виступати перетворювачами механічних сигналів на оптичні або навпаки, що можна буде використати в оптичних, електромеханічних і нанотехнологіях наступних поколінь.

## Комп'ютер нового типу

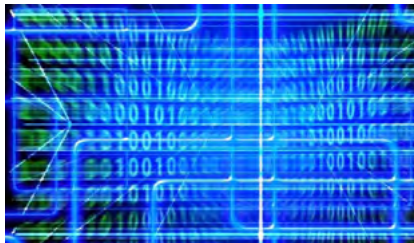
Зроблено серйозний крок на шляху до створення молекулярного комп'ютера.

З моменту створення найпершого комп'ютера технології стали розвиватися так нестримно, як не розвивалася жодна інша галузь.

Зараз обчислювальні машини в сучасному розумінні вже підійшли до піку свого розвитку і якщо ми хочемо й надалі розвивати технології, нам треба щось нове. І, можливо, учені зрозуміли, як створити комп'ютер нового типу.

Чому комп'ютери більше неефективні?

Насправді, сучасні «машини» ще здатні на багато чого, але для цього ми повинні поліпшувати їх кількісно, а не якісно. Тобто об'єднувати у величезні кластери. І зрештою ми прийдемо до того, з чого розпочали: комп'ютери для оброб-



ки завдань будуть величезними «шафами» на зразок того, що зображений на ілюстрації нижче.

Крім того, досить відомий «Закон Мура» свідчить, що число транзисторів в інтегральній схемі подвоюється кожні два роки.

Збільшивши число транзисторів, ми збільшимо і число операцій, які вони здійснюватимуть удвічі. А значить вони оброблять удвічі більше інформації.

Говорячи простими словами, це удвічі збільшує обчислювальну потужність.

Та зрештою розвиток мікроелектроніки підійшов до порога, за яким нарощувати кількість транзисторів уже неможливо. Саме тому треба створити принципово нову систему.

## **Що таке молекулярний комп'ютер**

Головна відмінність молекулярного комп'ютера від класичного полягає у способі обробки даних. Якщо в традиційних системах одиницею даних є біт, то в молекулярних комп'ютерах — якась молекула. І якщо біт має лише два стани — одиницю і нуль, то молекула, на відміну від нього, може перебувати у двох цих станах.

Коли біт може мати інформацію (одиниця) або не мати її (нуль), молекула може мати безліч таких позицій, оскільки вона здатна одночасно взаємодіяти з множиною інших молекул і в рамках кожної взаємодії результат буде різним.

Грубо кажучи, молекула може одночасно мати як кілька «одиниць», так і кілька «нулів». Це значно прискорює обчислення. Але є одна проблема: теплоперенос.

«Тепло — це величезна проблема молекулярних комп'ютерів, тому що взаємодія в таких системах — це ланцюжки атомів.

Коли молекула нагрівається, атоми дуже швидко вібрують, і ланцюг може порватися», — говорить один з авторів роботи професор Університету штату Мічиган Едгар Мейхофер.

## **Як створити молекулярний комп'ютер**

Досі теплоперенос не можна було виміряти, не кажучи вже про те, щоб його контролювати. Але групі науковців із США, Японії, Німеччини і Південної Кореї вдалося це зробити.

В ході експериментів учені зрозуміли, що теплопровідність на молекулярному рівні змінюється зовсім не так, як у макросвіті. Якщо у «нашому світі» вона збільшується у міру зростання товщини матеріалу, а електропровідність при цьому зменшується, то в *n*-масштабі, при наростанні товщини, провідність електрики залишається тією ж.

Отже, можна створювати досить товсті «п-дроти» для відведення зайвого тепла, яке утворюється в ході молекулярної взаємодії. Це не дозволить молекулам розриватися і уможливить проведення високоєфективних обчислень.

Залишилося лише підтвердити дані досвіду і зібрати молекулярний комп'ютер, створений на новій технології.

## **У NASA переходять на більш безпечне і потужне паливо**

У NASA почнуть використовувати новий вид палива, яке має прискорити процес підготовки ракет-носіїв і зробити космічні запуски більш ефективними.

Попри тренди з використанням екологічно чистих матеріалів у виробництві, паливо в більшості сучасних ракет-носіїв засноване на гідразині — безбарвній і надзвичайно токсичній рідині. Через підвищений рівень небезпеки інженери витрачають більше часу на підготовку ракет до запусків і безпосередньо заправку їх паливом.



Але, як пише Engadget, в NASA знайшли новий більш безпечний заміник палива на гідразині — нітрат гідроксиламіну, який підпалюється завдяки окислювачу. Ця хімічна сполука не лише не є токсичною, а й набагато більш ефективна, ніж паливо, що використовується зараз.

Повідомляється, що за допомогою нового палива NASA планує поліпшити продуктивність ракет на 50 %.

Для найближчих планів американської аерокосмічної адміністрації з колонізації Місяця це означає, що ракети зможуть транспортувати космічний вантаж на великі відстані і витрачати менше палива.

Вперше нове паливо мають протестувати вже у 2019 р., коли некомерційна організація Планетарне співтовариство (The Planetary Society) відправить своє сонячне вітрило Light Sail-2 на ракеті компанії Space X Falcon Heavy.

## **Управління квантовим станом електронів**

«Серфінг» на звукових хвилях — метод управління квантовим станом електронів.

Дослідники з Кембріджського університету розробили нову технологію, ґрунтовану на використанні високочастотних звукових хвиль, яка дозволяє управляти квантовим станом єдиного електрона. При цьому точ-

ність контролю і управління становить дещо більше 99 %, що робить це досягнення значним кроком на шляху до створення ефективних і надійних кремнієвих квантових обчислювальних систем.

Нагадаємо нашим читачам, що буквально нещодавно компанія Google оголосила про досягнення так званої «квантової переваги», демонстрації того, що квантовий комп'ютер успішно впорався з рішенням настільки важкої і складної обчислювальної задачі, яка не під силу навіть найпотужнішим із сучасних суперкомп'ютерів.

Проте, квантові комп'ютери, які зараз розробляються Google, IBM і іншими компаніями використовують як кубіти надпровідні ланцюги, що дуже «крихкі» як квантові системи і дуже складні у практичній реалізації. «Найменші коливання, або відхилення, легко руйнують квантову інформацію, закодовану у вигляді фаз струмів, циркулюючих у надпровідних ланцюгах», — зазначають дослідники. — Квантові технології ще дуже «молоді», але усім нам уже зрозуміло, що для створення повноцінних універсальних квантових комп'ютерів доведеться знижувати масштаби кубітів до єдиних квантових часток».

Замість ланцюгів з надпровідників, у пропонованій науковцями архітектурі, використовується обертання одиничного електрона — його кутівий момент або, як це ще називають, спін. Цей спін і є носієм квантової інформації, оскільки він може приймати одне з певних значень або перебувати у стані квантової суперпозиції.

«Використання обертання електронів, як кубітів, є шляхом, який дозволить створити реально масштабовані квантові системи, чого буде важко добитися при використанні надпровідних кубітів — наголошують дослідники. — Обертанням електронів можна управляти кількома природними способами, як і організовувати зв'язки між ними на базі явища квантової запутаності».

Квантовий пристрій, за допомогою якого дослідники проводили свої експерименти, має розмір всього у кілька мільйонних доль метра. На основі з напівпровідникового матеріалу було виготовлено металеві електроди, якими управляють аналоги затвора польового транзистора. Складна форма цих електродів дозволила отримати електричне поле такої ж складної форми.

Потім через цей пристрій був спрямований потік височастотних звукових коливань, що змусило електроди вібрувати і дещо змінювати свою форму, міняючи конфігурацію електричного поля.

Взаємодія електричних полів створює свого роду пастки, куди потрапляють окремі електрони, що переміщуються потім синхронно з рухом звукових хвиль. Іншими словами, якщо сказати, що електрони «займаються серфінгом» на звукових хвилях, це досить точно описує усе що відбувається.

Змінюючи параметри звукових коливань, дослідники змогли управляти поведінкою одиничних електронів з ефективністю в 99,5 %.

«Управління тільки одним окремим електроном, — є складним завданням вже само по собі — пишуть дослідники, — але при збільшенні кількості контрольованих електронів, необхідних для квантового комп'ютера, складність завдання управління росте по експоненті, оскільки електронікубіти починають взаємодіяти один з одним».

У найближчому майбутньому кембріджські учені збираються виготовити і почати експерименти з подібним квантовим пристроєм, який дозволить управляти поведінкою кількох або кількох десятків електронів одночасно. І якщо ці експерименти пройдуть успішно, то усе це в цілому стане ще одним великим кроком на шляху до створення реального квантового комп'ютера.

## Паливо з сонячної енергії та вуглекислого газу

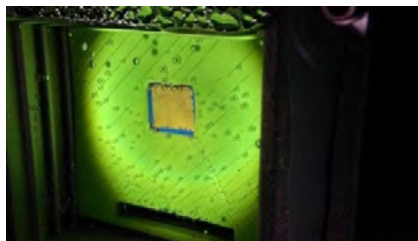
Без шкоди атмосфері: вчені придумали, як виробляти паливо з сонячної енергії та вуглекислого газу

Дослідники з Кембриджа винайшли пристрій, який може переробляти сонячну енергію на синтетичний газ. Винахід не шкодить атмосфері планети.

Раніше вчені із США заявляли, що навчилися видобувати електрику зі снігу, дощу та навіть з космічної енергії. Цього разу група експертів з Кембриджа винайшла проміжний пристрій, який дозволяє виробляти паливо з сонячної енергії та вуглекислого газу. Так званий штучний лист переробляє сонячну енергію і вуглекислий газ на синтетичний газ — суміш водню і чадного газу (монооксиду вуглецю).

Синтетичний газ можна використовувати для виробництва електрики або теплової енергії, але найчастіше цю речовину застосовують у створенні пластика, добрив і дизельного палива.

Цінність нового пристрою в тому, що він не виділяє шкідливих речовин в атмосферу під час виробництва синтетичного газу. «Можливо, ви не чули про синтетичний газ, але кожного дня ви споживаєте продукти, створені з його використанням. Здатність до його сталого виробництва була б надзвичайно важливим кроком для закриття глобального вуглеце-



*Група експертів з Кембриджа винайшла проміжний пристрій, який дозволяє виробляти паливо з сонячної енергії та вуглекислого газу. фото Virgil Andrei*



вого циклу і створення стійкої хімічної і паливної промисловості», — пишуть автори відкриття.

У новому штучному листі застосували технологію фотосинтезу рослин: як поглинач світла вчені використали перовскит (титанат кальцію), а у якості каталізатора — кобальт. Після поміщення у воду ці матеріали виробляють синтетичний газ.

Важливо, що такий пристрій може працювати навіть під час слабкої сонячної активності. Правда, такий метод поки малоефективний, — вченим вдалося отримати лише соті частки необхідного газу.

У перспективі автори дослідження планують навчитися створювати у такий спосіб рідке паливо для потреб транспортної сфери, зокрема флоту і авіації.

## Бездротова передача енергії з космічних апаратів



Американські вчені розробляють для військових систему передачі сонячної енергії з космосу.

Науково-дослідна лабораторія ВПС США (AFRL) уклала з американською компанією Northrop Grumman контракт на проведення досліджень та розробку обладнання, яке дозволить реалізувати систему бездротової передачі енергії з космічних апаратів.

Згідно з повідомленням AFRL, проєкт отримав назву SSPIDR (The Space Solar Power Incremental Demonstrations and Research — покрокові дослідження та демонстрація способів передачі сонячної енергії).

На проведення досліджень Northrop Grumman в рамках контракту отримає понад 100 млн доларів.

Військовим періодично доводиться діяти у важкодоступних районах, де організація забезпечення енергією вкрай ускладнена. При цьому тимчасові бази або аванпости вимагають джерел енергії для підзарядки портативного обладнання, живлення систем зв'язку та спостереження. Для цих цілей можна використовувати мобільні генератори, проте не завжди існує можливість доставити їх на місце у короткі терміни. Передбачається, що проєкт SSPIDR дозволить розв'язати цю проблему.

Кінцевою метою проєкту є створення космічного апарата, обладнаного високоєфективними сонячними панелями. За їх допомогою сонячна енергія буде перетворюватися на радіохвильове випромінювання та передаватися на Землю, де будуть встановлені системи приймання цього випромінювання та його перетворення в електричну енергію. Подробиці про

технології, які планується використовувати для створення космічної системи, не повідомляються.

Ймовірно, для передачі енергії на великі відстані, американська система використовуватиме мікрохвильове випромінювання.

Вперше ідею створення мікрохвильової лінії передачі електроенергії на великі відстані у 1945 році висловив радянський вчений Семен Тетельбаум.

Після другої світової війни цю ідею почали розвивати американці.

У 1964 році вчений Вільям Браун створив ректену-нелінійну антену (яка мала, — як довжину, так і ширину де кілка метрів), що перетворює радіохвильове випромінювання в електрику. Ефективність цього пристрою становить близько 95 відсотків.

У тому ж таки 1964 році, Браун вперше у світі продемонстрував мікрохвильову передачу енергії на літальний апарат — модель вертольота, обладнану ректеню.

У 1970-х роках в обсерваторії Голдстоун у Каліфорнії був проведений успішний досвід по передачі великої потужності на значну відстань. Під час експерименту, проведеного NASA, за допомогою радіовипромінювання частотою 2,38 Гг з тарілчастої антени діаметром 26 метрів на ректену довжиною 7,3 метра та шириною 3,5 метра було передано постійну напругу, потужністю 30 кВт. Ефективність ректени склала 80 відсотків.

Можливість мікрохвильової передачі енергії з космосу на Землю розглядається з кінця 1970-х років, однак повноцінні роботи в цьому напрямку не ведуться.

У 1978 році фахівці NASA показали, що для повноцінної передачі енергії на частоті 2,45 Гг для надійного проходження енергії через атмосферу на орбіті необхідно розмістити апарат з антеною діаметром 1 кілометр. Довжина ректени на землі повинна бути не менше 10 кілометрів. Розміри антени та ректени можуть бути значно зменшені за рахунок використання коротких довжин хвиль, однак такі хвилі поглинаються атмосферою.

### **«Парникові гази можна синтезувати в корисні полімери» — вчені**

*Escherichiacoli* (*E. coli*) — бактерія, яка зазвичай живе в нижніх відділах кишківника теплокровних організмів, може допомогти у перетворенні парникових газів на корисну продукцію. Як встановили науковці, один із людських генів може кодувати фермент, що зв'язує вуглецеві молекули (приміром, знайдені у вуглекислоті), перетворюючи їх на складніші структури. Ці структури, які характерні, приміром, для олії, можуть використовуватися у косметиці чи виробництві пластмас.

Отож, подібна технологія, за висновком учених, може стати у нагоді в боротьбі проти глобального потепління. З одного боку, це дало б змогу

видалити з атмосфери парникові гази й синтезувати їх у корисні полімери, а з іншого — скоротити потреби в олії.

(Джерело: <http://www.ukurier.gov.ua>)

### ***Повторне використання кремнію зі старих сонячних панелей***



Науковці з австралійського державного університету Дікіна розробили технологію повторного використання кремнію з відпрацьованих сонячних панелей. Нанорозмірний кремній може зберігати приблизно в 10 разів більше енергії. Про це йдеться у повідомленні університету, передає newatlas.com.

Австралійським науковцям вдалося не лише витягти кремній з відпрацьованих сонячних панелей для повторного використання, а й продемонстрували його потенціал у якості анода для високоенергетичного акумулятора.

«Різні дослідницькі групи по всьому світу вилучали елементи і деталі з використаних фотоелектричних панелей, — пояснює член команди доктор Мохлесур Рахман. — Незважаючи на те, що багато елементів були відновлені, ніяких досліджень або промислових робіт не проводиться, щоб відновити кремній з відпрацьованих фотоелементів і перетворити його в нанокремній для подальшого застосування у сонячній електроенергетиці».

Рахман і його партнер з досліджень професор Ін Чен розробили методику, яка використовує здібності зміщення електронів відпрацьованого кремнію і дає йому нове життя. По суті, технологія вчених передбачає зменшення кремнію до нанорозмірного матеріалу для використання у літій-іонних батареях.

«Передбачається, що отриманий нанокремній може бути неоднорідним за розміром і формою через структурні дефекти, що виникають при його відновленні на різних стадіях, — говорить Мохлесур Рахман. — Цей тип нанокремнію може забезпечити додаткову вигоду, у порівнянні з комерційним нанокремнієм, — пояснює він. — Наночастинки кремнію з неоднорідною формою і розміром означають більше вільного простору всередині з додатковою пористістю для полегшення транспортування електронів, як результат, він може краще розширяться і стискатися під час циклу».

Дослідники кажуть, що їх нанорозмірний кремній може зберігати приблизно у 10 разів більше енергії в тому ж просторі, що й звичайний

кремній, хоча можливість його використання для підвищення продуктивності батарей залишається теоретичною на даному етапі.

Попередні дослідження науковців університету Дікіна показують, що перероблений кремній, принаймні, функціонує так само, як і комерційний кремній, і міг би стати для виробників батарей новим джерелом матеріалу, який у наразі коштує близько 44 000 австралійських доларів за кілограм (30 000 доларів США за 2,2 фунта). «Це Святий Грааль перепрофілювання — взяти продукт, який перетворився на відходи, переробити його і отримати ще більш цінний», — говорить Чен.

Згідно з прогнозами, до 2050 року людство матиме п'ять мільйонів тон відпрацьованих сонячних панелей, термін експлуатації яких коливається у межах 15–25 років.

## Матеріал з фототропізмом

Створено штучний матеріал з фототропізмом, який здатний перевернути сонячну енергетику.

Коли сонце рухається небозводом, соняшники повертаються за ним, щоб увібрати якомога більше світла.

Взявши за основу цю природну здатність рослин — фототропізм — вчені створили штучний матеріал, який здатний збирати максимальну кількість сонячної енергії, рухаючись подібно соняшникам.

За повідомленням розробників з Каліфорнійського університету в Лос-Анджелесі (UCLA), опублікованому в журналі *Nature Nanotechnology* — це перший штучний матеріал, що володіє властивістю, аналогічною природному фототропізму.

Винахід отримав назву SunBOT і являє собою крихітні витягнуті циліндри, здатні згинатися та захоплювати близько 90 % доступного сонячного світла, навіть у разі падання променів під сильним кутом.

Ця властивість була забезпечена завдяки особливій конфігурації SunBOT — у полімер у формі стебла діаметром близько 1 міліметра вбудовано наноматеріал, який поглинає світло та перетворює його на тепло, а тіло полімера зменшується у відповідь на підвищення температури. Це примушує верхину стебла згинатися у бік світла. Знову затінена нижня частина пристрою охолоджується, зупиняючи рух у стані максимальної абсорбції енергії. Процес повторюється зі зміною напрямку променя світла.

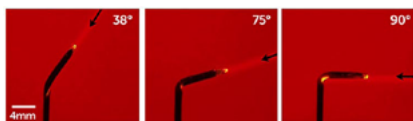


SunBOT здатний до саморегулювання та займає оптимальну позицію для поглинання сонячних променів, слідуючи за найменшими змінами напрямку світлового потоку.

За словами дослідників, у майбутньому дана технологія може бути використана для оптимізації сонячних батарей, опріснення води або створення спеціальних роботизованих систем.

Для створення своїх перших SunBOT дослідники використовували наночастинки золота та гідрогель.

Вчені також провели випробування з іншими матеріалами, такими як наночастинки сажі та рідкокристалічні полімери, та дійшли висновку, що компоненти можна змішувати та поєднувати.



SunBOT здатні згинатися та захоплювати близько 90 % доступного сонячного світла, навіть у разі падіння променів під сильним кутом. (Стрілки вказують напрямок вхідного світла)

«Якщо у нас є цей великий вибір матеріалів, які працюють за одним і тим же принципом... ми можемо використовувати їх у різних середовищах для різного застосування», — розповів Сеунг-Вук Лі, біоінженер з Каліфорнійського університету у Берклі, який хоч і не брав участі в дослідженні, але виявив, що гідро гелю SunBOT працює також і у воді.

Крім цього, SunBOT можна групувати, створюючи цілі «поля з соняшників». Поверхні з таким покриттям можуть вирішити одну з найбільших проблем у сонячній енергетиці: нездатність геліосистем автоматично слідувати за рухом Сонця.

Статичні пристрої з фотоелементів у сонячних модулях — захоплюють близько 24 % наявної сонячної енергії, тоді як масив SunBOT повернений у бік Сонця, може зібрати близько 90 % енергії його світла.

За словами Лі, завдяки створенню матеріалу, який може слідувати за Сонцем, дослідники змогли домогтися максимального поглинання сонячної енергії, а це може кардинально змінити сонячну енергетику. «Це головне, чого вони досягли», — заявив Лі.

Нагадаємо, що це не перша команда вчених, яких надихнули властивості фототропізму. Зовсім недавно, компанія Smart Flower Solar у співпраці з NEC Energy Solutions представила нову модель своїх самонавідних сонячних панелей Smartflower + Plus — «інтелектуального соняшника» з пелюстками із сонячних панелей, які розкриваються на світанку та стежать за рухом Сонця.

## Про створення термоядерних електростанцій

Можливість створення термоядерних електростанцій учені й інженери зі всього світу обговорюють уже досить давно. І будівництва подібного об'єкта не просто не унеможлиблюється, а всіляко підтримується. Питання лише в тому — хто стане першим у цій «термоядерній гонці».

Цілком можливо, що досягнуть успіху в цьому вчені з Туманного альбіону, адже вони планують побудувати першу у світі термоядерну електростанцію у найближчі пару десятиліть. Чи вийде у них створити термоядерну установку?



### *На що здатний термоядерний реактор*

Уряд Великобританії не так давно оголосив, що інвестує 220 млн фунтів стерлінгів у проектування термоядерної електростанції, а саме для створення сферичного токамака. Токamak (чи тороїдальна камера з магнітними котушками) — це установка для магнітного утримання плазми з метою досягнення умов, необхідних для протікання керованого термоядерного синтезу. Закінчити проект планується «не пізніше, ніж через 20 років».

Та чим же така приваблива термоядерна енергія? Насамперед, величезною економічною вигодою, яку вона може дати. Потенційно термоядерні реактори можуть виробляти дуже багато енергії при мінімальних витратах «сировини». Звичайно, поки ще жодна експериментальна термоядерна установка не змогла виробити більше енергії, ніж споживає, але декілька країн і приватних компаній вкладають значні кошти в цю технологію.

Наприклад, міжнародний експеримент ITER, у рамках якого на півдні Франції будуватиметься експериментальний термоядерний реактор. Як очікується, проект буде завершено у 2035 році. В цей же час в експлуатацію має ввійти Китайський термоядерний випробувальний реактор. США також у процесі будівництва того, що вони називають «найпередовішим термоядерним реактором», який буде запущено 2028 року.

Цілком можливо, що саме експерти з Великобританії завершать проект «не пізніше, ніж через 20 років» і запустять реактор термоядерного синтезу. Прототип установки вже функціонує і, як повідомляється, «працює за призначенням», хоча йому ще належить продемонструвати

істинний потенціал термоядерної енергії. Як французька і американська версії, пропонована британська термоядерна установка матиме вже згаданий токамак — реактор, який використовує магнітні поля для обмеження і стискування іонізованих газів (чи плазми) дейтерію і тритію в умовах надвисоких температур.

Ми все ще не знаємо, чи дійсно термоядерна енергія може працювати так, як заплановано, — говорить Андреа Лідсом, державний секретар із питань енергетики і розвитку промисловості. — Проте це сміливі і амбітні інвестиції в енергетичні технології майбутнього. Ядерний синтез має потенціал стати джерелом практично необмеженої і при цьому дешевої енергії. І ми хочемо, щоб перша комерційно успішна установка була створена у Великобританії».

**Токамак.** Це не британська установка, але виглядають усі токамаки приблизно однаково.

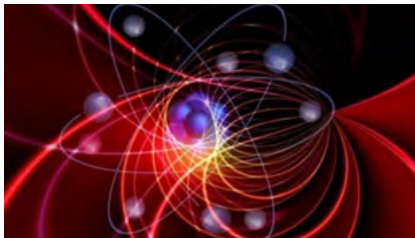
Пропонований реактор у Великобританії матиме близько 10 м у поперечнику, що робить його одним з «найкомпактніших» проєктів такого типу. Це зумовлено спрямуванням на економію виробничих витрат. Проте стримування температури у меншому просторі приносить з собою ще більше технічних проблем. Відтворення умов термоядерного синтезу у такому обмеженому просторі — надзвичайно складне завдання.

Мине, принаймні, кілька десятиліть, перш ніж стане ясно, наскільки термоядерна енергія може бути корисною для людства.

У будь-якому випадку, хоч «термоядерна гонка» і почалася, учені, що працюють на подібних проєктах, регулярно обмінюються знаннями і досвідом, тож рано чи пізно вони доб'ються успіху. У цьому немає майже ніяких сумнівів.

## Концепт «квантової батареї»

Науковці з університетів Альберти і Торонто (Канада), спільними зусиллями розробили проєкт нової квантової батареї, яка відрізняється від усього іншого подібного тим, що у неї абсолютно немає власного витоку, іншими словами, вона абсолютно не втрачає заряд, який здатний зберігатися в ній нескінченно довго.



Проведені дослідження включають демонстрацію можливості створення квантової батареї без власного витоку, що було передбачено в теорії певний час тому.

«Квантова батарея — цей крихітний  $n$ -розмірний пристрій, здатний забезпечувати енергією  $n$ -роботів та інші механізми з префіксом

(п-нано), — розповідає Габріель Ханна (Gabriel Hanna), науковий керівник проекту. — Літій-іонні батареї, використовувані зараз у кожному мобільному електронному пристрої, засновані на використанні класичних електрохімічних процесів. Принцип роботи квантової батареї — винятково на химерних і таємничих законах квантової механіки».

У своїй роботі вчені розглянули модель квантової мережі, що має симетричну структуру, яка виступає платформою для збереження енергії екситонів, квазічастинок, що виникають при поглинанні електроном досить високоенергетичного фотона світла. Використовуючи цю модель, науковці показали можливість зберігання цієї енергії без втрат, незважаючи на те, що сховище є повністю відкритим для довкілля.

«Ключовим моментом в усьому цьому є те, що ми називаємо терміном «темний стан», — пояснює Габріель Хана. — Перебуваючи у цьому стані, квантова система не може обмінюватися енергією з довкіллям, вона стає повністю невразливою для будь-якого зовнішнього впливу. Це означає, що квантова батарея не має втрат і дуже надійна, тобто здатна зберігати енергію як завгодно довго».

Використовуючи ті ж самі моделі, учені знайшли спосіб витягання енергії, що зберігалася у квантовій батареї, у разі такої необхідності, цей спосіб полягає у контрольованому порушенні симетрії квантової мережі, що дозволяє вивільнити рівно стільки енергії, скільки вимагається в даний момент часу.

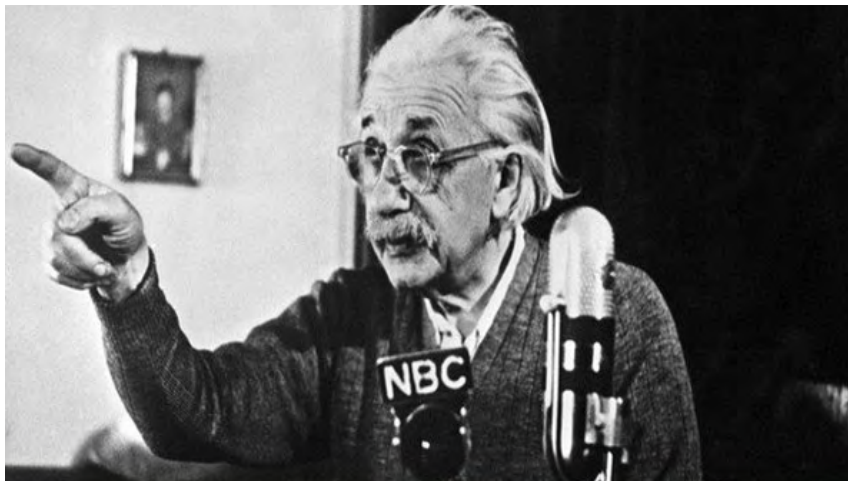
А подальші зусилля канадських учених будуть спрямовані на пошуки працездатних методів заряду і розрядки квантової батареї, збільшення її місткості до значень, коли вже можна буде замислюватися про їх практичне застосування.

Якщо ученим вдасться реалізувати усе перелічене вище, то квантові батареї можуть використовуватися в широкому ряду квантових технологій, у тому числі і для постачання енергією портативних мобільних квантових комп'ютерів, коли вони з'являться на білому світі.

І найцікавішим є те, що такі квантові батареї вже можуть бути виготовлені за допомогою сучасних технологій, використовуваних у нанотехнологіях і при виробництві напівпровідникових електронних пристроїв.



## V. КОМУНІКАЦІЯ ДУМОК ЛЮДИНИ



## Різноманіття тлумачень Ейнштейна

Лист Ейнштейна продали за божевільні гроші — невідомий покупець віддав 2,9 млн доларів за те, що думав геній про євреїв, Біблію і Бога, за досить критичний виклад як про християнство, так і про іудаїзм.

Лист Альберта Ейнштейна, в якому великий учений популярно викладає своє скептичне ставлення до релігійних догм, продали на аукціоні Christie's у Нью-Йорку.

Як повідомляє The Guardian, остаточно лот, який оцінювали у 1,5 млн доларів, продали майже удвічі дорожче, — за 2,9 млн.

У листі, адресованому німецькому філософові Еріху Гуткінду, Ейнштейн прокоментував опубліковану його співрозмовником 1952 року книгу «Вибір життя: біблейський заклик до повстання».

«Слово Бог для мене є лише вираженням і продуктом людської слабкості, а Біблія — зібранням шанованих, але все таки досить примітивних легенд», — писав геній.

Зауваживши різноманіття тлумачень Священного Письма, Ейнштейн завірив, що ніяке з них не має нічого спільного з первинним сенсом і не може вплинути на його точку зору.

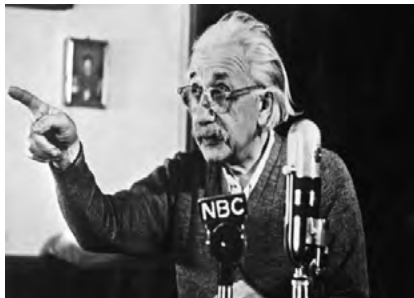
Однак «пройшовся» він не лише по християнству.

«Іудаїзм для мене, як і усі інші релігії, є втіленням самих дитячих забобонів. І єврейський народ, до якого я, до власної радості, належу і з чийм менталітетом у мене є глибока спорідненість, не являється для мене кращим за всіх інших. Наскільки мені відомо, вони нічим не кращі за інші групи людей, хіба що вони захищені від гірших ракових захворювань. Інакше я не бачу в них нічого обраного», — зазначав фізик. У кінці листа вказана дата, коли листа було написано: 3 січня 1954 року.

Інформацію про покупця журналісти інформацію не приводять.

Нагадаємо, що місяцем раніше на торги було виставлено лист Ейнштейна до сестри Майї, у якому він, задовго до приходу нацистів до влади, передбачив «темні часи» для Німеччини через зростання антисемітизму і націоналізму.

Крім того, минулого року лист ученого, адресований викладачеві фізики Артуру Л. Конверсу, було продано на аукціоні за 53503 доларів. А записку, в якій Ейнштейн написав «рецепт щастя», продали на аукціоні за 1,56 млн доларів.



## Підключення мозку людини до комп'ютера



На думку вчених Лондонського королівського суспільства, завдяки інтерфейсам мозок-комп'ютер люди зможуть подумки спілкуватися між собою. Про це йдеться у новій доповіді організації, розглянутій у *The Independent*.

Документ детально описує деякі з найбільш захоплюючих можливостей, які відкриють перед нами пряме підключення до комп'ютера, але також попереджає, що підключення мозку до комп'ютера може

поставити під загрозу індивідуальну конфіденційність.

«Від мозку до мозку зможуть передаватися не лише думки, а й сенсорні переживання. Людина у відпустці зможе послати «нейронну листівку», що розповідає іншому користувачеві про те, що він бачить, чує або дегустує», — говориться у доповіді.

Щоб переконатися в тому, що нейронні імпланти використовуватимуться на благо людей і суспільства, Лондонське королівське суспільство закликає уряд встановити контроль над цією технологією.

На думку учених, без такого контролю приватні компанії, що вже працюють над власними системами «мозок-комп'ютер», зможуть самі задавати умови використання цієї технології.

Технологія прямого підключення може принести величезну користь людству, трансформовавши цілі сектори економіки, включаючи державну охорону здоров'я і соціальну допомогу.

Але якщо контроль над подібним інструментом знаходитиметься в руках корпорацій, це може стати початком смерті самої держави у традиційному розумінні. І зовсім не факт, що під корпоративним управлінням світ стане комфортнішим і вільнішим місцем.

В цілому, поява інтерфейсу «мозок-комп'ютер» стане справжнім випробуванням для нашого виду.

Досі жодна технологія, включаючи технології інтернету і мобільних пристроїв, не справляла на людину такого потужного впливу. Тобто ми ступаємо на абсолютно незвідану територію, і прогнозувати щось у такій ситуації украй важко.

## VI. ПЕРЕШКОДИ



## **Замінити викопне паливо на відновлювану енергію**

### **у промисловості**

Засновник Microsoft Білл Гейтс профінансував компанію, яка планує замінити викопне паливо на відновлювану енергію у промисловості.

Коротко:

- найгучніші проекти з відновлюваної електроенергії;
- чому планам Ілона Маска не судилося збутися;
- коли на Землі використовуватиметься тільки екологічно чиста електроенергія.

Що б ви зробили, якби у вас було трохи більше \$100 млрд?

Засновник Microsoft Білл Гейтс, наприклад, витратив частину цих грошей на фінансування компанії, яка може врятувати Землю від екологічної катастрофи.

Американський стартап, одним зі спонсорів якого виступив батько комп'ютерної техніки і в минулому головний суперник Стіва Джобса, таємно розробив революційну станцію сонячної електроенергії, яку можна буде використовувати у промислових цілях. У разі успішного масштабування такої технології, на нашій планеті можуть значно скоротити споживання викопного палива.

Проте, альтернативні, відновлювані або «зелені» джерела електроенергії — досить суперечлива тема.

Незважаючи на те, що багато країн масово переходять на використання вітрової та сонячної електроенергії, деякі експерти впевнені: відмова від використання викопного палива на всій планеті неможлива, а ідеї Ілона Маска про переважання зеленої електроенергії на Землі — не більше ніж черговий комерційний проект.

Що говорити, якщо сам Білл Гейтс має неоднозначні погляди на розвиток альтернативних джерел енергії, і говорить про необхідність знову популяризувати атомні електростанції.

ЗМІ розбиралися, яку секретну станцію сонячної енергії спонсорував засновник Microsoft, чому ідеї Ілона Маска виявилися нереальними і яке майбутнє чекає на альтернативну енергетику на Землі.

### ***Кому дав гроші Білл Гейтс?***

Віднедавна знову найбагатша людина планети, засновник корпорації Microsoft Білл Гейтс, — відомий своїми філантропічними ідеями. Крім планів покінчити з бідністю в Африці і створити революційні туалети, Гейтс також зацікавлений у вирішенні проблем енергетичної залежності Землі та глобальних кліматичних змін.

Мультимільярдер вже заявляв, що нам необхідно винайти ефективні технології зберігання електроенергії, яку одержали з відновлюваних джерел, а також закликав політиків США повернути просунуті технології виробництва ядерної енергії для поліпшення стану навколишнього середовища в майбутньому.

Стало відомо, що Білл Гейтс також виступив спонсором одного з енергетичних стартапів, який таємно розробив унікальну сонячну електростанцію. Йдеться про компанію Heliogen, яка презентувала свій інвестиційний проєкт у США.

Суть розробки — сонячна станція концентрованої електроенергії, яка може генерувати теплову енергію понад 1000 градусів Цельсія. Така станція потрібна не для забезпечення побутовою електрикою, а для важкої промисловості. Автори проєкту сподіваються, що за допомогою їхніх технологій можна буде скоротити масове використання викопного палива у виробництві цементу, сталі, скла та в інших індустріях.

У компанії заявляють, що їхні станції допоможуть знизити кількість шкідливих викидів у атмосферу, оскільки, одне лише виробництво цементу відповідає за 7% глобального забруднення вуглекислим газом.

Heliogen використовує панелі, які спрямовують сонячну енергію в одну конкретну точку. Така технологія концентрованої електроенергії не нова, але американці доповнили її системами ШІ (штучного інтелекту), які дають можливість досягти високих температур теплової енергії.

У випадку з інвестиційним проєктом Білла Гейтса, під ШІ інженери мають на увазі «програмне забезпечення для комп'ютерного зору, автоматичного виявлення кордонів та інші просунуті технології, які можуть навчати конкретні частини панелей відбивати сонячні промені в одну точку».

За словами засновника і головного керівника Heliogen Білла Гросса, якщо правильно налаштувати тисячу дзеркал для отримання сонячної енергії, можна досягти дуже високих температур. Гросс вважає, що його компанія в майбутньому зможе виробляти чистий (безвуглецевий) водень, який послужить паливом для вантажівок і літаків. «У довгостроковій перспективі ми хочемо бути «зеленою водневою» компанією», — говорить засновник Heliogen.



Фото: Shutterstock

## Утопія Ілона Маска



*Фото: sfgate.com*

Найвідомішим популяризатором ідей про відмову від викопного палива на користь відновлювальних джерел електроенергії є американський підприємець Ілон Маск.

На відміну від керівника Heliogen, Маск не збирається використовувати зелену енергію лише в промисловості: понад 10 років він намагається довести, що всю планету можна забезпечити електрикою з відновлювальних джерел. Для цього Ілон Маск придбав і реформував

низку компаній, найпопулярніші з них — виробник електрокарів Tesla, ракетобудівник SpaceX, енергетична компанія Solar City та інші.

Усі ці підприємства мають схожу ідеологію: переважання інновацій, повторне використання ресурсів, сталий розвиток і, звісно, порятунку планети. Маск розробив складну систему взаємозв'язку своїх виробничих потужностей, і планував, що споживач отримає максимальну вигоду від участі у переробці використаних матеріалів.

Найяскравіший приклад — електрокари Tesla.

Спочатку передбачалося, що компанія забезпечить усіх власників Tesla безкоштовною електрикою. Цю ідею Ілон Маск запозичив у свого нахненника Ніколи Тесли.

Сербсько-хорватський винахідник також хотів подарувати світу безкоштовну електроенергію, але «прокляті капіталісти» не дали йому цього зробити.

Маск, зі свого боку, вирішив, що всі, хто купить його електрокари, отримують довічне забезпечення безкоштовною електроенергією на фірмових станціях зарядки.

У чому суть?

Крім агресивного залучення аудиторії до купівлі машин Tesla, каліфорнійський інженер розрахував цілу екосистему для своїх підприємств, щоб забезпечити поновлюваний цикл виробництва.

Зокрема, на заводах Tesla Gigafactory мали не лише виробляти акумулятори для електрокарів і сонячних станцій, а й переробляти батареї зі старих авто, постійно створюючи за допомогою цього нову продукцію і нарощуючи потужності. При такому розкладі економічна модель з довічною безкоштовною зарядкою для власників Tesla була вельми вигідною.

Але, як виявилось, PR-кампанія пройшла вельми успішно, і на авто Tesla був дуже великий попит.

Зростання популярності електрокарів Tesla і дедалі більші фінансові втрати компанії змусили Маска відмовитися від своєї «акції», хоча періодично безкоштовну зарядку у тій чи іншій формі повертають для різних моделей.

Звичайно, лише не для масового «бюджетника» Model 3.

Крім цього, популярність електрокарів Tesla призвела до того, що занадто велику кількість нібито «зелених» машин все одно потрібно забезпечувати електрикою, яку виробляють за допомогою викопного палива.

Одна з перших хвиль подібної критики Tesla, на початку 2010-х довела, що не всі ідеї Ілона Маска про «стійкість» його компанії застосовні на практиці.

Далі слідували скандали з незаконним видобутком літію, що так само шкодить навколишньому середовищу, але є дуже важливим, для виробництва акумуляторів, численні публічні витівки Маска і його розбіжності з інвесторами, ну і, найголовніше — збитковість Tesla, адже компанія донині «спалила» набагато більше грошей, ніж заробила.

Так, час від часу, як наприклад в останньому фінансовому кварталі, Tesla демонструє прибуток, і в цілому компанія продовжує сповідувати початкову ідеологію переходу на зелену електроенергію.

Головне питання в тому, чи зможе відновлювальна енергетика глобально замінити викопне паливо. Адже те, що машини Tesla стали гарними іграшками з претензією на захист екології і, при цьому, мають мізерні продажі, у порівнянні з класичними авто з ДВЗ (з HYPERLINK «<https://techno.nv.ua/ukr/auto/volkswagen-id-3-chi-stane-noviy-elektrokar-konkurentom-tesla-50053555.html>»), — абсолютно нічого не означає.

Чи варто говорити про супротивників Ілона Маска в особі тих же еко-активістів? Привіт ракетам Space X і марній колонізації Марса.

### **Що буде із зеленою енергетикою?**

Незважаючи на те, що за проектом Heliogen потрібно ще дуже багато грошей і часу для масштабування в «зелену водневу компанію», а імперія Ілона Маска в нинішніх умовах не може одночасно заробляти і рятувати планету, багато країн активно просувають екологічно чисті джерела електроенергії, субсидують їх виробництво і вводять дедалі більші обмеження і податки на забруднення.



*Завод Tesla Gigafactory / Фото: Tesla*





У США, де президентом зараз є далеко не прихильник екоактивістів, планують виробляти 40 % електроенергії з відновлювальних джерел лише до 2040-го.

У Китаї, де масово просувають екологічно чисту електроенергію, зараз виробляють дещо більше чверті зеленої електрики від усієї електроенергії, яку споживають в країні.

З огляду на головні проблеми відновлювальної енергетики і їхньої малоефективності використання величезних площ для електричних станцій, не факт, що в найближчі десятиліття викопне паливо перестане бути головним джерелом енергії на нашій планеті. Щоправда, вугілля з газом теж потихеньку закінчуються.

Політолог Джошуа Гольдштейн і енергетик Стаффан Квіс вважають, що використання відновлювальних джерел електроенергії не врятує Землю від глобальних екологічних проблем.

Згідно з їхнім дослідженням, виробити необхідну кількість електрики для всієї Землі і при цьому не спалювати викопне паливо дозволить лише атомна енергетика.

За підрахунками Гольдштейна і Квіста, навіть якщо кожна країна почне впроваджувати відновлювальні джерела енергії на тому ж рівні, що й Німеччина, — нам знадобиться близько 150 років, аби знизити рівень вуглецю в атмосфері до безпечного.

На це накладаються десятки суперечок і дискусій про безпеку ядерних реакторів, доцільність «проривів» у сфері відновлювальної електроенергії за останнє десятиліття, та й взагалі, чи не час нам освоювати енергію поза своєю планетою?

Не можемо ж ми кинути Сонце і зробити ставку на експлуатацію збагаченого урану.

Так чи інакше, стрілки годинника судного дня вже перевели максимально близько до глобальної катастрофи. Хоча, кого цікавить доля людства, коли є Twitter Ілона Маска і вийшов перший трейлер четвертого сезону мультсеріалу «**Рік і Морті**»?

## **Спосіб зробити Марс придатним для життя людини**

У Гарварді придумали новий спосіб зробити Марс придатним для життя людини.

Фахівці Гарвардської школи технічних і прикладних наук імені Полсона на чолі з Робіном Родсвортом запропонували використовувати



ти кремнеземні аерогелі, щоб «оживити» ділянки червоної планети, багаті льодом.

Кремнеземні аерогелі, за задумом учених, мають стати твердим аналогом земної атмосфери.

Шар гелю товщиною 2–3 см одночасно пропускатиме достатнє виміре світло для фотосинтезу, блокуватиме небезпечне ультрафіолетове випромінювання і підтримуватиме комфортну для росту рослин і життя істот температуру.

На думку фахівців, точковий підхід до зміни атмосфери на Марсі більш досяжний, ніж глобальна перебудова планети.

## Про початок пластмасового століття



Після кам'яного, мідного, бронзового і залізного віків настав пластмасовий: дослідження показують, що пластикове забруднення увійшло до викопної історії планети.

Пластикове забруднення росте з 1945 року в геометричній прогресії. Учені припускають, що культурні археологічні шари ґрунту, які містять пластик, можна використати для позначення початку антропо-

цену — неформальної геологічної епохи, у якій людська діяльність стала домінувати на планеті.

На думку вчених, після кам'яного, мідного, бронзового і залізного віків поточний період може стати відомим як століття пластмаси.

## Викопний пластик

Вчені з Інституту океанографії імені Скрипса у Каліфорнійському університеті Сан-Дієго провели перший детальний аналіз пластмасового

забруднення у донних нашаруваннях біля берегів Каліфорнії, найбільш ранні з яких відносилися до 1830-х років. Вони виявили, що пластик у нашаруваннях відбиває експоненціальне зростання виробництва пластмаси за останні 70 років.



Земля знаходиться на третьому місці по віддаленості від Сонця і на п'ятому серед усіх планет Сонячної системи за розміром.

Вік — 4,54 млрд років.

Середній радіус — 6 378,2 км.

Середнє коло — 40 030,2 км.

Площа — 510 072 млн км<sup>2</sup> (29,1 % суходолу і 70,9 % води).

Кількість материків — 6: Євразія, Африка, Північна Америка, Південна Америка, Австралія і Антарктида.

Кількість океанів — 4: Атлантичний, Тихий, Індійський, Північний Льодовитий

Населення — 7,3 млрд осіб. (50,4 % мужчин і 49,6 % жінок).

Найбільш густонаселені держави: Монако (18 678 осіб/км<sup>2</sup>), Сінгапур (7607 осіб/км<sup>2</sup>) і Ватикан (1914 осіб/км<sup>2</sup>).

Кількість країн: всього 252, незалежних 195.

Кількість мов у світі — близько 6 000.

Кількість офіційних мов — 95; найпоширеніші: англійська (56 країн), французька (29 країн) і арабська (24 країни).

Кількість національностей — близько 2 000.

Кліматичні пояси: екваторіальний, тропічний, помірний і арктичний (основні) субекваторіальний, субтропічний і субарктичний (перехідні).

Більшість пластикових часток були волокнами синтетичних тканин, з яких виробляють одяг. Це свідчить про те, що пластик вільно потрапляє в океан через стічні води.

«Наша любов до пластика зафіксована в нашому літописі скам'янілостей, — сказала очільниця дослідження Дженніфер Брендон. — Це погано для тварин, які живуть на дні океану: коралових рифів, мідій, устриць і т. д. Однак той факт, що пластик потрапляє в наш літопис скам'янілостей, є швидше екзистенціальним питанням. Страшно, що саме по цьому нас запам'ятають майбутні покоління».

Дослідження, опубліковане в журналі *Science Advances*, показало, що з 1940-х років кількість мікроскопічного пластика у нашаруваннях подвоюється приблизно кожні 15 років. У 2010 році забруднення складало майже 40 часток на 100 квадратних сантиметрів океанської днини — це значення збільшується щороку.

Дві третини часток виявилися синтетичними волокнами, п'ята ча-



стина — осколками інших видів пластика, а одна десята — пластиковою плівкою.

Дослідження, проведене в 2016 році, показало, що одне прання одягу може призвести до потрапляння у воду 700 000 мікропластичних волокон, які безперечно не фільтруються належним чином на рівні домашніх господарств або очисних споруд.

Багато мільйонів тон пластика потрапляють у довкілля щороку і розбиваються на дрібні частки і волокна, які не розкладаються. Мікро-пластики були знайдені всюди, від найглибших океанів до високих гір і навіть арктичних снігів, що демонструє повсюдне забруднення планети.

Мікро-пластик шкодить морським істотам. Навіть у людський організм потрапляє не менше 50000 часток мікропластика за рік через їжу і воду. Дія його на здоров'я до кінця не вивчена, проте відомо, що мікропластик може виділяти токсичні речовини і проникати глибоко в тканини.

Учені сподіваються, що їх дослідження приверне увагу до проблеми пластмасового забруднення і спонукає людей відмовитися від руйнівного повсюдного використання пластика.

# VII. ЦІКАВЕ



## Істоти з ...антифризом замість крові

Учені знайшли секрет виживання риб, що мешкають у холодних водах Антарктики.

Крокодилова білокровка має унікальну будову серцево-судинної системи.

Дослідники з Корейського полярного науково-дослідного інституту детально вивчили дивну істоту, що мешкає у водах Антарктиди, під назвою Крокодилова білокровка (*Chaenosephalusaceratus*) і зробили неймовірне відкриття про здатність цієї тварини виживати в холодних антарктичних водах. З'ясувалося, що замість крові у цієї риби по венах тече біологічний аналог антифризу.

Особливість крові крокодилової білокровки в тому, що в ній відсутні еритроцити, що переносять кисень по судинах, а також відповідають за її червоний відтінок — тому її кров білого кольору.

Крокодилова білокровка має унікальну будову серцево-судинної системи.

Дослідники з Корейського полярного науково-дослідного інституту детально вивчили дивну істоту, що мешкає у водах Антарктиди, під назвою Крокодилова білокровка (*Chaenosephalusaceratus*) і зробили неймовірне відкриття про здатність цієї тварини виживати в холодних антарктичних водах. З'ясувалося, що замість крові у цієї риби по венах тече біологічний аналог антифризу.

Особливість крові крокодилової білокровки в тому, що в ній відсутні еритроцити, що переносять кисень по судинах, а також відповідають за її червоний відтінок — тому її кров білого кольору.

Ця єдина відома науці хребетна істота, що має цю властивість. Виживати в холодних водах Антарктики, температура якої трохи нижче нуля за Цельсієм, допомагає величезне серце за співвідношенням до тіла, а також незвичайна судинна система, по якій тече глікопротеїн, що відіграє роль антифризу, — він знижує температуру замерзання рідин усередині тіла.

Детальне вивчення генів цієї істоти показало, що підряд «крижаних» риб *Notothenioidei* відокремився від основної групи приблизно 77 млн років тому, коли температура в районі Антарктиди почала опускатися. Коли 14 млн років тому антарктичні води опустилися до — 1,9 градусів за Цельсієм, організм нототеноїдів почав адаптуватися до екстремальних умов. У своїй статті вчені підкреслюють, що гени, кодують вироблення глікопротеїнів та інші біологічні аспекти, що дозволяють рибам виживати в суворих північних умовах, проявляють підвищену активність. Подібні дослідження допомагають ученим зрозуміти, як саме тваринним організмам вдається виживати в умовах у край низьких температур. Саме завдяки

ним людство раз по раз дізнається, яка висока насправді здатність життя адаптуватися до будь-яких, навіть неймовірно суворих умов.

## Найвищий тиск у протоні

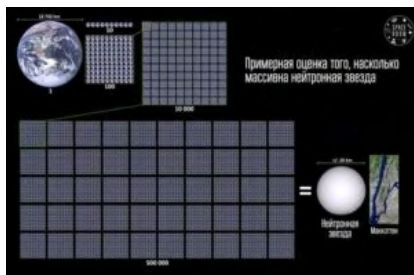
Нейтронні зірки є одними з найбільш щільних об'єктів у Всесвіті. Вони витримують такий сильний тиск, що одна чайна ложка з цього зоряного матеріалу буде важити приблизно в 15 разів більше Місяця.

Та виявилось, що існують частинки, у яких тиск ще більший. І це протони.

Фізикам Массачусетського технологічного інституту (MIT) спочатку вдалося розрахувати розподіл тиску в протоні і виявилось, що ядро частинки протону перебуває під тиском, який перевищує тиск у нейтронній зірці.

Для вимірювання тиску в протонах, вчені бомбардували пучками електронів мішені з водню. Там електрони взаємодіяли з кварками всередині протонів від мішені. Фізики потім визначили розподіл тиску по протону на основі розсіювання електронів у мішені. Одержані ними результати показали, що найвищий тиск у протоні становить близько  $10^{35}$  Pascal, що в 10 разів перевищує тиск всередині нейтронної зірки.

Виходить, що кварки і глюони у центрі протона створюють значний тиск назовні, а ближче до країв виникають контробмежувальні навантаження. Тобто, ядро натискає з центру протона, а зовнішня область тисне всередину. Цей контриск і стабілізує загальну структуру протона.



## Відкрився цілий «ультрахолодний світ»

Вчені створили плазму, у 50 разів холоднішу за космос.

Вперше в історії науковцям вдалося створити охолоджену лазером нейтральну плазму. Її температура у 50 разів нижча, ніж у глибокому космосі, і сягає  $-273$  градуси за Цельсієм. Це допоможе їм дослідити речовину, яка міститься всередині білих карликів і Юпітера.





Зазвичай прийнято вважати лазер чимось, що можна використати для нагрівання. Однак, лазерне охолодження діє якраз навпаки, охолоджуючи фізичну систему.

Як пояснив учений з Університету Райса Том Кілліан, коли вдалося з'ясувати, як можна охолоджувати атомні гази, перед людством відкрився цілий «ультраохолодний світ».

Вченим вдалося охолодити атомні гази на мільйонну частку вище абсолютного нуля. На такому рівні, за словами Кілліана, діють «дивні закони квантової механіки». Кілліан разом з колегами Томасом Лангінном і Грантом Гормоном змогли застосувати лазерне охолодження до іонів у нейтральній плазмі.

Плазма — один з фундаментальних станів матерії після твердого, рідкого і газоподібного. Вона часто виникає у надзвичайно гарячих місцях, таких, як Сонце. У своєму експерименті науковці використали 10 лазерів різної частоти, щоб охолодити нейтральну плазму. За допомогою однієї групи лазерів вони випарували стронцій, який захопив і охолодив низку атомів. А потім вони іонізували ультраохолодний газ за допомогою іншої групи, тим самим перетворивши газ на плазму, яка швидко розширилася, а потім зникла.

«Якщо атом або іон рухається, я скеровую лазерний промінь проти напрямку його руху, що змушує його розсікати промінь. І тоді виникає імпульс, який сповільнює його», — пояснив Кілліан.

Охолодивши нейтральну плазму, вчені отримали нові можливості у дослідженні природи плазми в екстремальних середовищах, таких, як зірки класу білий карлик чи ядро Юпітера. Втім, зараз команда вчених намагається добути навіть ще холоднішу плазму.

## Вапняні циліндри різних розмірів



Учені знайшли інструменти, за допомогою яких будували Стоунхендж.

Як міра довжини могли використовуватися барабани Фолктона.

У 1889 році у дитячій могилі на півночі Англії знайшли дивні вапняні циліндри різних розмірів, прикрашені геометричними візерунками. Загадкові артефакти віком близько 5000 років назвали барабанами Фолктона.

Нещодавно дослідники з Університетського коледжу Лондона і Манчестерського університету дійшли висновку, що ці барабани могли вико-

ристовуватися як міра довжини при будівництві Стоунхенджа. Науковці припускають, що люди відміряли потрібну довжину, обертаючи навколо барабанів мотузку.

Наприклад, виявилось, що якщо сім разів обернути мотузкою великий циліндр, вийде довжина 3,22 метри. Той же результат можна отримати, обмотавши вісім разів мотузкою середній циліндр або десять разів маленький.

Дослідники упевнені, що це не випадково: циліндри були виготовлені в якості еталонів мір довжини.

Ймовірно, візерунки на барабанах — це зашифровані інструкції з їх використання.

З огляду на те, що барабани було знайдено недалеко від Стоунхенджа, можливо, саме вони (чи аналогічні циліндри) використовувалися під час будівництва мегалітичних конструкцій.

## Про зсув магнітних полюсів нашої планети

Експерти вже давно заявили, що наша планета трансформується: є зсув полюсів. Якщо раніше цей процес був відносно повільним, то нині швидкість зміщення становить 60 км на рік.

Дуже важливо відстежувати усі зміни з тим, щоб налаштувати навігаційні системи, особливо військові.

У січні 2019 року відбулася зустріч, на якій науковці обговорили моделі корекції магнітного поля.

Останнє оновлення відбулося чотири роки тому.

Дуже скоро знаменитий компас перестане коректно працювати, що тягне за собою певні труднощі.

Навіть в епоху GPS і ГЛОНАСС світ потребує стандартних «безпроблемних» способів орієнтування на землі.

Щоб правильно орієнтувати компас, вченим необхідно створити нову міжнародну еталонну модель, яка є певною картою магнітного поля Землі. Це дозволить кожному дізнатися, який бік світу стрілка компаса показує в даний час.

«Зміщення полюсів тягне за собою нагальну необхідність регулювати авіаційні навігаційні системи», — сказав Андрій Ляхов, співробітник лабораторії інституту Geofor Dynamics РАН.



Під час посадки пілоти повинні строго дотримуватися магнітного ходу смуги.

Невідповідності у даних компаса і реального кута, при якому літак приземлився є неприйнятними.

Кожен пілот має планшет, де кожного разу оновлюються дані аеронавтики.

## Про єдину на Землі безсмертну істоту

Зовсім недавно групою біологів зі США було відкрито тварину, яка може жити вічно.

Статусу єдиної безсмертної тварини удостоїлася медуза *Turritopsis nutricula*.

Вона мешкає у глибинах тропічних морів, має зовсім невеликі розміри (щось близько 3–5 мм), але найцікавіше, що медуза навчилася сама себе омолоджувати. Як їй це вдалося?

Насправді, все досить просто: коли організм досягає дорослого стану — він не вмирає. Медуза опускається на морське дно, після чого по-



кривається хітиною кіркою. Після цього вона перетворюється на поліп.

Під шаром хітину всі клітини медузи повністю оновлюються і особина з дорослої знову переходить у початкову фазу свого розвитку. Після цього «помолоділа» медуза вибирається з-під хітинового шару і продовжує свій життєвий цикл

до тих пір, поки не постаріє. Після цього процес оновлення запускається знову. Так може тривати нескінченну кількість разів.

Вчені зайняті вивченням цього феномена. Передбачається, що медуза навчилася самостійно управляти своїми генами, впливаючи на процес формування нових клітин. Але ось яким чином вона «повертає час назад» поки не до кінця зрозуміло.

Адже старіючи клітини усіх, відомих нам організмів, вже не можуть «відкотитися» до первісного стану.

Однак після виходу з-під хітинової кірки в організмі оновленої медузи клітини перебувають у тому ж стані, що й відразу після народження.

Незважаючи на те, що сам вид було виявлено ще кілька років тому, властивість вічного життя ставилася під сумнів.

Зокрема, висувалася теорія, що медуза таким чином розмножується і з-під хітинової кірки виходить уже новий організм.

Однак останні дослідження все-таки говорять на користь того, що морський мешканець дійсно здатний нескінченну кількість разів оновлювати свої клітини.

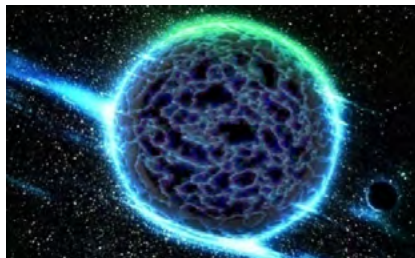
З'ясувавши, як працює цей процес, ми можемо чекати на дійсно цікаві відкриття, спрямовані як на боротьбу зі старінням, так і на розвиток регенеративної медицини.

## Загадкові явища у космосі

Науковці склали список 5-ти найзагадковіших космічних явищ, які наука досі не може пояснити.

Астрономи роками спостерігають за космосом і стикалися з дивними і неймовірними об'єктами.

Першою загадкою є таємничі радіосигнали з космосу, природу яких наука поки не може розшифрувати. Учені почали фіксувати їх понад десятиліття тому. Тривалість таких сигналів становить не більше тисячної частки секунди.



### «Місяць за місяцем»

Учені тільки в теорії знають про супутники на орбіті Місяця. Проте, останні дані про сателітів свідчать про їх реальність.

Найзагадковішій зірці у космосі вчені відвели третє місце у рейтингу таємничих космічних об'єктів. Зірка з назвою КІС 846285 дивовижна тим, що може міняти свою яскравість через тимчасові періоди. Учені досі намагаються пояснити це явище. Дехто вважає, що об'єкт знаходиться у середині аномалії, а саме пилового кільця, яке і є причиною потемніння.

Блукаюча планета з сяйвом відрізняється своїм дрейфуючим рухом у космосі, а також сильним магнітним полем, яке генерує спалахи в атмосфері.

Учені також розповіли про так звану «ядерну пасту», відому як найміцніша субстанція у світі. Її можна знищити лише силою у 10 разів більшою, ніж може знадобитися для руйнування сталі.

## Зоря-магнітар

Поблизу Сонця прокинулася рідкісна зоря-магнітар.

Це небесне тіло є одним з чотирьох відомих науці магнітарів, випромінюючих радіохвилі.

Міжнародна група учених заявила про пробудження рідкісної зорі-магнітара ХТЕ J1810–197.

На подібних до неї нейтронних зорях час від часу спостерігаються вибухи, потоки випромінювання від яких можуть досягти Землі. Зірка є одним з чотирьох відомих магнітарів, випромінюючих радіохвилі.



Потужні магнітні поля небесного тіла приблизно в 1 квадрильйон разів сильніші за магнітне поле Землі.

Зірка мовчала упродовж 11 років (з 2008 року), проте несподівано прокинулася і почала випромінювати сигнали, що відрізняються від колишніх.

Фахівці припустили, що внутрішні поштовхи зірки постійно перебудовують її магнітне поле. Вони також впливають на діапазон електромагнітних частот, і у тім числі — на радіохвилі.

Вони також впливають на діапазон електромагнітних частот, і у тім числі — на радіохвилі.

## Число нобелівських лауреатів різних країн



США дали світу 375 лауреатів Нобелівської премії.

На другому місці за кількістю нобелівських лауреатів розташувалася Британія — 129.

Замикає трійку Німеччина зі 108 лауреатами престижної премії.

Варто зазначити, що колишні республіки СРСР і Росія дали всього 25 лауреатів Нобелівської премії, що в 15 разів менше за показник американців.

## Фізики встановили масу Землі

Група іспанських фізиків встановила масу Землі, використовуючи дані з детектора нейтрино.

Нові результати мало відрізнялися від отриманих раніше традиційним способом —  $5,972E24$  кг.

Нейтрино є найпоширенішими частинками у Всесвіті, проте виявити їх досить складно. У більшості випадків маса цих часток дорівнює нулю через те, що вони дуже мало взаємодіють з нормальною матерією, протікаючи через Всесвіт зі швидкістю, наближеною до швидкості світла.

Нейтрино були відкриті світу завдяки детектору Ice Cube, і використовуючи його дані, вчені змогли вивчити внутрішність Землі.

В ході роботи, для розрахунків, дослідники використовували кількість нейтрино, зареєстровану детектором.

Перш за все фізиків цікавили атмосферні нейтрино, народжені у верхніх шарах земної атмосфери.

Зрідка ці частинки все ж взаємодіють з речовиною, а сліди цього посилюються детектором.

Дослідники використовували дані обсерваторії з 2011 по 2012 рік.

Щоб розрахувати щільність шарів Землі, вони підраховали, скільки нейтрино змогли пройти через планету під різними кутами до Ice Cube.

Відомо, що до цього випадку вимір маси Землі і її щільності проводилося на основі гравітаційного поля і показань сейсмічних детекторів.



## Вчені виявили бактерію, здатну виробляти електрику

Дослідники з Лундського університету (Швеція) і Каліфорнійського університету в Берклі (США), незалежно один від одного, виявили, що бактерія ентерокок фекальний (*Enterococcus faecalis*) здатна виробляти електрику.

Ентерокок фекальний — грам-позитивна бактерія, що мешкає в мікрофлорі травного тракту людини, великої рогатої худоби, собак та інших тварин. водночас вона є збудником менінгіту і різних інфекцій, у тому числі сечовивідних шляхів та органів малого тазу.

Тепер же вчені знайшли у неї незвичайну властивість — здатність до електрохімії. Ця бактерія виробляє електрику шляхом позаклітинно-



го перенесення електронів (ППЕ) — спосіб, при якому ентерокок передає електрони в зовнішнє середовище.

Вчені показали процес в експерименті, помістивши клітини *E. faecalis* на електрод. Ті передавали електрони за посередництва молекул хінону.

Тим часом вчені з Каліфорнійського університету в Берклі знайшли одразу кілька подібних бактерій у кишківнику, де *E. faecalis* — лише одна з них. До числа інших відносяться: лістерії (*Listeriamonocytogenes*) і лактобактерії (*Lactobacilli*), залучені до процесу ферментації йогуртів.

Професор Ден Портной (Dan Portnoy), який брав участь у другому дослідженні, пояснив, до чого можуть призвести ці відкриття:

«Той факт, що багато бактерій — будь то патогени, пробіотики або ті, що залучені у наш мікробіом, — виробляють електрику, а ми цього не помічали — неймовірний. В результаті отримана інформація допоможе нам зрозуміти, як ці бактерії заражають нас або, навпаки, допомагають підтримувати здоровий стан».

Дослідники з обох груп також зазначили, що відкриття допоможе у виробництві нових антибіотиків, спрямованих проти кишкових інфекцій, і сприятиме пошуку способів боротьби з раком товстої кишки.

Раніше біологи вивчали схожі організми — електролітоавтотрофи, які безпосередньо поглинають електрони, що мешкають у жерлах глибоководних гідротермальних джерел. Виявилось, ці бактерії «дихають» електронами завдяки «нанодротах».

## Ньютон по Біблії вирахував дату апокаліпсису

Учені розшифрували вираховану Ньютоном по Біблії дату апокаліпсису.

Приблизно 40 років пішло у дослідників на те, щоб розшифрувати листи великого фізика Ісака Ньютона.

Учені розуміли, що йдеться про друге пришестя Ісуса, але і досі не могли встановити дату, яку вирахував Ньютон.

Нові дані лягли в основу книги «Ісаак Ньютон: дари А\*\*, яка переробила Всесвіт». Її автор Флоріан Фрейштетер стверджує, що Ньютон вивчив величезну кількість релігійних текстів і спробував побудувати хронологію подій, у тому числі зробивши кілька передбачень.



Ньютон писав про кінець світу під псевдонімом Єгова Санктус Унус. У цих роботах учений говорив про дослідження біблейських текстів. Він вивчив Євангеліє і дій-

шов висновку про те, що Земля незабаром знову стане «Божим царством» і «Перезавантажиться».

«Для Ньютона новим початком має стати 2060 рік. Можливо, в цей час мають статися якась катастрофа, або війна, яка продовжиться чотири десятиліття і, кінець кінцем призведе до початку нової ери».

## Нові версії катастрофи «Титаніка»

Через 107 років з'явилися нові версії катастрофи Титаніка: що занастало непотоплюваного.

У ніч з 14 на 15 квітня 1912 року у своєму першому рейсі зазнав аварії «Титанік». Про страшну загибель лайнера у водах Атлантичного океану знають усі. 10 квітня 1912 року порт Саутгемптон, Англія. Тисячі людей в порту Саутгемптон зібралися, аби провести лайнер «Титанік», на борту якого 2000 щасливчиків, вирушили у морську подорож Атлантикою.

Загибель корабля, який вважався непотоплюваним, стала найзнаменитішою катастрофою на морі в історії людства.

Катастрофу намагалися пояснити і містичними причинами, і змовами політиків і мільярдерів, ходили чутки про підміну судна. Були навіть версії, що «Титанік» був торпедований німецьким підводним човном.

Проте, всього кілька років тому з'явилася нова версія загибелі судна, яка зараз вважається найбільш правдоподібною. Вона, на відміну від інших, не спростовує факту загибелі «Титаніка» від зіткнення з айсбергом, однак припускає, що призвела до загибелі корабля не злощасна гігантська брила льоду, а пожежа у вугільному трюмі.

Так, є відомості, що пожежа почалася ще за кілька днів до виходу корабля з порту і тривала упродовж усього плавання. На користь цього свідчить той факт, що на фотографіях корабля, зроблених в порту, помітні сліди сажі, причому саме на тій стороні, на яку і припав удар айсберга.

Варто зазначити, що в той час загоряння вугілля на кораблях було досить поширеним явищем. Найпопулярнішим способом боротьби з цим





вважалося перекидання вже тліючого вугілля у топку. Це і стало фатальною помилкою для «Титаніка».

Адже саме через те, що тліюче вугілля постійно закидали в топку, «Титанік» нібито і розігнався до швидкості, що не дозволила йому швидко маневрувати у небезпечному для судноплавства районі.

Більш того, відомо, що через багатоденні пожежі і нагрівання міцність корпусу погіршилася, він став особливо вразливим для впливу ззовні.

Саме ці обставини й призвели до того, що зіткнення з айсбергом стало фатальним для корабля.

За інших умов зіткнення, можливо, не призвело б до таких серйозних наслідків.

Нагадаємо, у мережі показали унікальні знімки «Титаніка» і його пасажирів, від яких сльози самі навертаються на очі.

Як повідомляв портал «Знай.ua», у мережі показали фантастичні знімки затонулих кораблів. Серед іншого цей портал повідомляв також, чому легендарний корабель «Титанік» досі не підняли на поверхню.

## 2018 рік вивів цю дискусію на новий рівень

2018-го наукові прориви повернулися на перші шпальти. Люди знову почали цікавитися освоєнням космосу і всерйоз розмірковувати над майбутнім свого виду.

Рік, що минув, як не жоден інший, підштовхнув кращих інтелектуалів світу до міркувань з цього приводу. Пропонуємо згадати, як це було.

Зонд In Sight успішно посадили на Марс. 6 лютого понад два мільйони людей по всьому світу, не відриваючись від моніторів і телефонів, стежили за тим, як Ілон Маск запустив на орбіту Землі свій кабриолет Tesla.



До слова, виробництво цих дивовижних авто — теж справа рук винахідника, а назву вони отримали на честь безпідставно забутого фізика Миколи Тесли.

Та повернімося до космосу.

Головна новина була, звичайно, не в запуску червоного електрокара на орбіту, а в тому, що ракета-носіє Falcon Heavy (названа, як зореліт у «Зоряних війнах») багаторазо-

ва. Це означає, що її можна використовувати повторно. Що, у свою чергу, значно зменшує вартість космічних перевезень.

Раніше старт шаттла оцінювався у 240 млн доларів. Маск зробив це з бюджетом у 90 млн. Мало того, Falcon Heavy здатна вивести на низь-

ку орбіту Землі вантаж до 64 тонн, 19 тонн — на геостаціонарну орбіту, 16 тонн — на траєкторію до Місяця і 14 тонн — на траєкторію до Марса, що відносить Falcon Heavy до класу надважких підйомників.

Освоєння космосу широким загалом — питання вже не десятиріччя, а кількох найближчих років. І підтверджуючи це, сам Маск пообіцяв до 2025 року запустити першу місію на Марс за допомогою ракети, створеної його компанією Space X. «Я чітко знаю, що робити. Я кажу про можливість перебраться туди», — заявив він в інтерв'ю одному з інтернет-видань. При цьому Маск натякнув, що недавно його компанією у цьому напрямі було здійснено кілька «надихаючих» винаходів.

Щоправда, поки першість з вивчення Червоної планети належить NASA.

5 травня 2018 року вони запустили місію In Sight на Марс. А вже 26 листопада знову таки мільйони землян стежили за тим, як космічний апарат здійснив успішну посадку на поверхню цієї планети. Апарат розроблено для поглиблення знань про структуру Червоної планети та її будову від ядра до поверхні. Це вже дев'ятий робот, якого відправляють на Марс, і працюватиме він там 728 днів.

Усі ці новини актуалізували призабуте запитання людства, поставлене після першого польоту в космос: «Що далі?» Після перших польотів за межі Землі інтерес до освоєння космосу значно спав.

А в 1990-х і на початку 2000-х суперідеєю стала споживча лихоманка. За краще вважалося дбати про власний гардероб, оселю, подвір'я...

Споживацька філософія спрямувала мрії людей з холодного й воєнного космосу на власний затишок: «Купи нову сукню — відчуй себе принцесою!», «З новим телефоном знайдеш себе!», «Щастя у сім'ї — тільки з майонезом нашої марки!» — Мов у паралельному всесвіті відбувалося тання льодовиків, зміна клімату, незвичні посухи, урагани, повені та інші природні аномалії. Але дедалі частіше лунало сакраментальне питання: **куди йдеш?**

Ілон Маск вважає, що новий-старий напрямок — космос. Проте є вчені, які з ним не погоджуються.

16 жовтня було опубліковано останню книгу всесвітньо відомого фізика Стівена Хокінга, який помер у березні 2018-го, під назвою «Короткі відповіді на серйозні запитання». Окремо хочеться сказати, що взагалі в останні роки свого життя вчений багато зробив, аби пояснити основні закони фізики широкому загалу. Певне, він розумів загрозу, яку несе повальна гуманітаризація людства. Тому й назва останньої книги ніби говорити — не бійтеся читати, тут усе простою мовою.

Так от, у цій книзі, яку вже охрестили заповітом, Хокінг переконував, що справжнім викликом і загрозою людству в найближчому майбутньому стануть супер-люди. Фізик припустив, що вже у ХХІ сторіччі люди зможуть поставити на потік зміни у ДНК. Це допоможе, наприклад, покращи-

ти пам'ять, стійкість до хвороби, збільшити тривалість життя. На думку Хокінга, такі покращення будуть по кишені лише багатіям, які ними скористаються й дуже швидко стануть загрозою «немодифікованій» частині людства, яка не зможе з ними конкурувати.

Утім, не всі вчені вбачають у цьому загрозу. Наприклад, відомий історик і футуролог Ювал Ной Харарі у книзі «Людина розумна» пише, що «витіснення природного добору раціональним проектуванням може відбутися будь-яким із трьох способів: біоінженерії, створення кіборгів (істот, що поєднують органічну та неорганічну частини) або неорганічного життя». Вчений вказує, що всі три напрями вже активно розвиваються і часто на користь людям. Наприклад, якщо говорити про кіборгів, то одна з німецьких компаній розробляє протез сітківки, що уможливить часткове відновлення втраченого зору. Або ж згадуються біонічні руки, які розробляють в Інституті реабілітації в Чикаго (США) для тих, хто втратив кінцівки.

Однак, з пересторогою Ювал Ной Харарі згадує й про військові дослідження у цих сферах.

Зрештою, куди піде людство, поки що не зрозуміло. Чи то рятуватиметься від кліматичних катаклізмів на Марсі, чи за допомогою власних супер-здібностей.

Напевне можна сказати лише те, що 2018 рік вивів цю дискусію на новий рівень і змусив людство замислитися над глобальними питаннями, а не лише над тим, телефони якої фірми кращі.

## Блискавка влучає двічі в одне й те саме місце

«Блискавка б'є двічі» — це не просто красива фраза, а науковий факт. Електричні розряди під час грози найчастіше проходять по одному



і тому ж шляху, і до недавнього часу вчені не розуміли, чому це саме так.

Інтернаціональна команда вчених спробувала розібратися, чому це відбувається. Фізики вивчили грозові розряди за допомогою телескопа LOFAR (Low-Frequency Array). Такий метод дозволив їм отримати знімки блискавок з наносекундною роздільною здатністю.

«Ці дані дозволили нам вивчити блискавки настільки докладно, що ми змогли дістатися до первинних процесів, які лежать в основі цього явища», — говорить фізик Брайан Харе із Гронінгенського університету.

«Використання радіохвиль дозволило нам заглянути у глибини грозових хмар».

Процес утворення блискавки починається з появи плазмової кишені — невеликої кулі розігрітого й іонізованого газу. Від неї цівками розходяться заряди, формуючи своєрідну мережу каналів.

Завдяки LOFAR вчені побачили, що по цих каналах проходить не весь заряд. Частина заряджених частинок просочується через розриви у каналах розряду, і формує так звані голки. Ці самі голки існують дуже короткий час.

Інші дослідники блискавок не могли їх побачити. І саме ці структури призводять до того, що блискавки влучають двічі в одну і ту саму точку — голки служать свого роду напрямними для нових каналів розряду.

## **Міф про відвідування Землі інопланетянами**

Вчені розвіяли міф про відвідування Землі інопланетянами.

Археолог Метью Піплз (Matthew Peeples) з Університету штату Арізона розповів про основні теорії змови, пов'язані з його професією.

Вчений вважає, що масова поп-культура відповідальна за появу міфа про палеоконтакт, згідно з яким інопланетяни відвідували Землю у минулому і брали участь у будівництві древніх споруд.

За словами ученого, ідея палеоконтакту була вельми поширена у фантастичній літературі початку ХХ століття, проте стала популярніша з появою телевізійних шоу і численної нехудожньої літератури. Проте наукові дані не підтверджують цю версію.

Археологи продемонстрували, що Великі піраміди Гізи вписуються у єгипетську традицію будівництва невеликих кам'яних споруд і більш ранніх спроб спорудити великі піраміди.

Технології, якими користувалися єгиптяни, просунуті для того часу, проте вони відповідають науковим уявленням про древні цивілізації.

Крім того, Піплз розповів, що прибічники палеоконтакту часто звинувачують його у приховуванні правди разом з іншими ученими.

Проте наука, у тому числі археологія, ґрунтована на постійній перевірці і критиці дослідниками один одного, які отримують нові дані і здійснюють відкриття. Тому змови учених існувати не може. Водночас псевдонаукові ідеї добре продаються, про що свідчать нові книги, що постійно з'являються, і телешоу, що пропагують ідею палеоконтакту.

## **Загальна кількість зоряного світла**

Астрономи підрахували кількість світла всіх зірок, які будь-коли існували.

Міжнародна команда астрономів зуміла виміряти загальну кількість зоряного світла, випромінюваного упродовж 13,7 мдрд років історії існування Всесвіту. Результати опубліковані в журналі Science.



ває щільності. Це та інші складні явища були враховані при використанні комп'ютерної моделі.

Вимірювання показують, що утворення зірок досягло свого піку близько 11 млрд років тому і і відтоді пішло на спад.

Щороку в нашій галактиці Чумацький Шлях створюється близько семи нових зірок.

Ці дані також дають нове уявлення про перші мільярди років історії Всесвіту — добу, яка ще не була досліджена сучасними супутниками.

«Наші виміри дозволяють нам зазирнути всередину, — сказав Аджелло. «Можливо, одного разу ми знайдемо спосіб повернутися до Великого Вибуху. Це наша кінцева мета»

## Замінники цукру

Учені назвали продукти, які можуть стати заміниками цукру

Вони можуть стати непоганим вибором для людей, що віддають перевагу здоровому харчуванню.

Нагадаємо, лікарі називають зловживання цукром причиною виникнення багатьох захворювань, зокрема ожиріння і діабету. Фахівці з'ясували, що цукор можна замінювати натуральними продуктами, які доступні кожному. Серед них стевія і кленовий сироп, які слід додавати не лише в десерти і чай, а й у інші страви.

Стевію продають у вигляді листя, порошку і пігулок. Сиропи топінамбура і агави також добре замінять цукор, незважаючи на своєрідний присмак. Вони можуть стати непоганим вибором для людей, що віддають перевагу здоровому харчуванню.

Учені порекомендували кожному вибирати цукровий замінювач, який не викличе алергічних реакцій.

## Ракова пухлина Землі

Вчені заявили, що людство — це вірус і ракова пухлина Землі.

Причиною для такої різкої заяви стали спостереження за діяльністю сучасних людей і загального стану планети.

Експерт з Іспанії вирішив пояснити, чому ж людство є свого роду паразитом і вірусом серед інших живих видів на планеті. Абсолютно всі істоти на Землі пристосовуються до навколишнього середовища і починають співіснувати разом, не по-



рушуючи встановлений еволюцією баланс. Люди ж, у свою чергу, схильні адаптувати оточення під свої потреби, не дбаючи про гармонію в екосистемі. Саме подібним чином працюють віруси, що вражають здорові клітини.

Експерт порівняв людство з раковою пухлиною, адже люди схожим чином поширюють свій вплив по всій планеті.

Ще однією особливістю раку є його хаотичне розмноження і ураження здорових ділянок. Така характеристика застосовна і до людства.

Незважаючи на всі заяви, дослідники виділили кілька груп людей, які, на їхню думку, не є паразитами.

Йдеться про корінних жителів Австралії і Африки. Аборигени, на відміну від інших людей, навчилися жити в гармонії з природою і не наносять її екосистемі абсолютно ніякої шкоди, підтримуючи необхідний баланс.

## ПРО АВТОРА

Циганенко В.О. народився 19 лютого 1942 року в с. Городещина, Поліського району, Київській області. Після набуття середньої освіти закінчив гірничо-промислове училище на Донеччині, отримав кваліфікацію машиніста-механіка гірничих комбайнів та гірничих машин.

Працювати розпочав у 1961 р. робітником очисного вибою на шахті 3–5 «Сокологорівка» тресту «Першотравеньвугілля», Луганської області. Після служби в Радянській армії у 1971 р. закінчив Київський політехнічний інститут, отримав кваліфікацію інженера-електрика з електропостачання промислових підприємств, міст та сільськогосподарства і був направлений на роботу в Київські міські електромережі інженером групи погоджень служби кабельних мереж, з 1972 р. — старшим інженером. З 1973 р. призначений головним інженером Північного району Київської міської електромережі.

У 1976 р. був переведений у Київміськбуд № 7 Головніськбуду на посаду головного енергетика тресту. Повернувся у «Київенерго» і з 1980 р. став працювати у центральній диспетчерській службі на посаді диспетчера енергосистеми.

26 квітня 1986 року з 8. 00 до 20. 00 Циганенко В.О. був у складі зміни чергових диспетчерів енергосистеми, які брали участь в оперативній ліквідації аварії на ЧАЕС, докладаючи рішучих зусиль щодо забезпечення сталої роботи енергосистеми у зв'язку із втратою нею надзвичайно великої генераторної потужності — 3000 МВт.

У зв'язку з реорганізацією ВЕО «Київенерго» у 1995 році переведений диспетчером в Центральний регіональний диспетчерський центр, реорганізований у подальшому в Центральну електроенергетичну систему НЕК «Укренерго». З 2001 року працює у Київенерго керівником групи аналізу і обробки науково-технічної інформації Кабельних мереж. З 2003 р. працює керівником групи відділу історії розвитку Компанії департаменту громадських зв'язків. З грудня 2005 року Директор музею Київенерго і Начальник відділу інформаційного забезпечення Учбового





центру. З 2009 р. — Керівник інформаційної групи Учебного центру Київенерго. Він є автором, який вперше в Україні створив відомчий Сайт «Музейний фонд Київенерго», який дав можливість всю історію розвитку енергетики Київенерго, України, світову енергетику в цифрах, всього того, що є в музейному фонді, за рахунок зручного інтерфейсу, донести до кожного робочого місця працівника товариства, обладнаним комп'ютером.

У 2005 році під керівництвом Циганенка В. О. створена і діяла до 2014 року музейна експозиція «Історія розвитку Київенерго» у чотирьох залах на вул. Жилианській, 83/53. Зараз він працює над створенням нового сучасного музею енергетики м. Києва.

В. Циганенко є одним із активних авторів книги «Енергія, що об'єднує серця», автором книг «Енергія життя», «Із історії світової та української енергетики», «Першоджерела та майбутнє енергетики», «Крізь роки... і спадщина енергетики», «Алгоритм кроків до культури», «Пошук джерел енергії та взаємодії у Всесвіті», «Енергія квантової свідомості», «Контент-аналіз енергії руху по темах: теорії, дослідження, відкриття сучасних вчених» (книги: 1, 2, 3, 4, 5), книги «Наближення вчених до зародження Всесвіту та життя» (книги: 1, 2). За його активного сприяння побачили світ: у 2013 році шкільний посібник «Україна в житті 500 наших предків», у 2016 році, у співавторстві, дві книги «Чесноти Людини з великої літери».

Його книги виставлені у бібліотеках:

Книги доступні і розміщені в онлайн-доступі у Науковій електронній бібліотеці України імені В. І. Вернадського, — у цифровій бібліотеці НБУВ, підрозділ: «Наукова електронна бібліотека».

Пошук: ключове слово «Циганенко В. О.», — українською абеткою.

Або за цим посиланням:

І в онлайн-доступі на сайті за адресою: <https://www.ntseu.net.ua/>, опція «Цікаве», далі підрозділ «Пошук джерел енергії та взаємодії у Всесвіті», далі внизу опція «Інші роботи автора».

Та в онлайн-доступі на головних порталах: КП «КІЇВТЕПЛОЕНЕРГО», — сайт за адресою: <http://10.160.125.101/museum/> та Д.ТЕК, — сайт за адресою: <http://v-kego-app01/museum/> Центру пам'ятокознавства НАН України;

Асоціації працівників музеїв технічного профілю України;

Громадської організації «Всеукраїнська Рада ветеранів праці енергетики».

У технічній бібліотеці: НТУУ (КПІ) та на ТЕФ (КПІ).

В. О. Циганенко — автор монографії «Із історії світової та Української енергетики», автор наукових праць: «Перші кроки енергетики України (до 40-х років ХХ ст..)» та «Становлення і розвиток енергетики м. Києва

(кінець XIX — початок XX століття)», автор понад 2320 статей різної тематики: на історичні теми розвитку енергетики та роль визначних постатей у її розвитку, використання новітніх енерготехнологій в сучасній енергетиці, пошуку взаємодії у Всесвіті, використання новітніх інформаційних технологій в музейній справі, які опубліковані в різних громадських виданнях, галузевих газетах і журналах Міністерства палива та енергетики України та на їх відомчих сайтах, в Інтернеті на сайті за адресою: <http://etar.com.ua>

В. Циганенко співпрацює з Кафедрою Електричних Мереж та Систем Національного технічного університету України «КПІ ім. Ігоря Сікорського» та надав статті історичної тематики розвитку енергетики на сайт кафедри на адресу: <http://es.fea.kpi.ua/>, опція «3 історії електроенергетики».

В. О. Циганенко має нагороди: медаль «Ветеран праці». 1 вересня 2010 року за плідну діяльність у галузі енергетики та електротехніки нагороджений ювілейною медаллю з нагоди 130-річчя Науково-технічної спілки енергетиків та електротехніків України.

7 червня 2010 року за вагомий особистий внесок у соціально-економічний розвиток міста Києва, сумлінну працю, високий професіоналізм, з нагоди Дня Конституції України В. О. Циганенко отримав подяку від Київського міського голови.

26 квітня 2011 року нагороджений почесною відзнакою Міністра енергетики та вугільної промисловості України «25 років пам'яті Чорнобильської трагедії».

У 2011 році нагороджений грамотою об'єднання викладачів електротехніки вищих навчальних закладів I–II рівнів акредитації міста Києва.

25 січня 2012 року за вагомий внесок у розвиток музейної справи та багаторічну активну участь в діяльності Асоціації працівників музеїв технічного профілю отримав Грамоту та медаль від Асоціації.

13 листопада 2012 року за плідну співпрацю з професійно-технічними навчальними закладами м. Києва отримав Подяку від Навчально-методичного кабінету професійно-технічної освіти у м. Києві.

Має інші нагороди та відзнаки.

## Зміст

<b>ПЕРЕДМОВА</b> .....	3
Найбільша загадка Всесвіту .....	4
Найбільша комп'ютерна симуляція .....	5
Так може виглядати комп'ютерна симуляція Всесвіту .....	5
<i>Всесвіт може бути не плоскою матерією</i> .....	7
<b>I. ТЕОРІЇ І ПРОГНОЗИ</b> .....	9
Походження життя на Землі .....	10
Фосфор послужив основою для виникнення життя на Землі. ....	10
Життя мільйони років під шаром льоду. ....	11
Головна умова виникнення життя на Землі. ....	12
Джерело глибоководного метану .....	13
Як з'явилося життя на Землі .....	14
Про походження життя на Землі .....	14
Велика киснева подія спричинила зародження життя на Землі. ....	16
Рознести земне життя по Всесвіту могла комета .....	17
Інопланетні форми життя насправді можуть світитися. ....	18
Виникнення життя на Землі: нова теорія .....	19
Як могло з'явитися життя на Землі .....	20
Під водою могло зародитися життя на Землі .....	21
Про роль Юпітера для життя на Землі .....	21
До розгадки головної таємниці Сонячної системи .....	22
<i>Що дізналися вчені?</i> .....	23
Проблема газових гігантів .....	25
Не Нептуном єдиним. ....	26
Біологічна смерть — це не кінець існування .....	27
Ким була перша тварина на Землі. ....	28
Еволюція людини відбувалася у різних екосистемах .....	29
Розквіт нових видів живих істот. ....	29
Що стало причиною «Великого вибуху». ....	30
Що було до Великого вибуху, що ж було до цієї події? .....	31
Що було до Великого вибуху? .....	32
<i>Що було до Великого вибуху?</i> .....	33
<i>Що таке екзотична матерія і чому вона така важлива?</i> .....	36
Нова гіпотеза народження планет .....	37
Перші зірки Всесвіту формувалися занадто швидко — учені. ....	38
Про нову гіпотезу формування Місяця .....	39
Про намір відмовитися від закону гравітації Ньютона .....	40
Про теорію Ейнштейна .....	43
Про голографічну природу Всесвіту .....	46
Як на нашій планеті з'явилося золото. ....	47
Тривимірний світ, поміщений у шар чотирьох вимірів .....	48

Маса і, відповідно, її гравітаційні та інерційні властивості — зайві сутності . . . . .	49
<i>Фундаментальні вимоги до визначення принципу еквівалентності . . . . .</i>	49
<i>Дослід Етвеша з перевірки принципу еквівалентності мас . . . . .</i>	50
<i>Принцип еквівалентності неодноразово уточнювали і перевіряли . . . . .</i>	51
<i>Природа принципу еквівалентності мас . . . . .</i>	51
Зв'язки між гравітацією і обчислювальною складністю . . . . .	57
Чорні діри можуть формуватися без участі зірок . . . . .	58
Всесвіти з двома вимірами виявилися населеними . . . . .	59
Чорна діра у центрі Землі . . . . .	60
Нова версія народження перших чорних дір . . . . .	61
Як утворився Чумацький шлях . . . . .	62
Час припинення існування Всесвіту . . . . .	63
Уява в людині з'явилася близько 70 тисяч років тому . . . . .	63
<i>Мутації, як умова прориву . . . . .</i>	65
Експеримент, який зруйнував теорію існування темної матерії . . . . .	66
Можливість появи чорних дір без участі зірок . . . . .	67
Про поклади дорогоцінних металів під поверхнею Місяця . . . . .	68
Що таке темні фотони і чому вчені за ними полюють . . . . .	69
Як теоретично можна прокласти шлях через кротову нору . . . . .	70
<i>Що таке Кротова нора? . . . . .</i>	71
<i>Інструкція зі створення червоточини . . . . .</i>	71
<i>І куди ми залетимо? . . . . .</i>	73
Про неможливі надсвітлові подорожі у «кротовій норі» . . . . .	74
Про найбільшу революцію з часів появи життя на Землі . . . . .	75
<i>Про освіту . . . . .</i>	77
<i>Освоєння космосу . . . . .</i>	77
<i>Про штучний інтелект . . . . .</i>	78
Дев'ята планета . . . . .	79
Про можливе таємниче зникнення майже всієї антиматерії . . . . .	81
Найважливіша проблема фундаментальної фізики . . . . .	82
Можливість подорожей у часі через чорні діри . . . . .	83
Планети, які можуть складатися з «дивної матерії» . . . . .	84
Про створення надсвітлового двигуна . . . . .	85
В результаті зміни клімату Землі вона обертатиметься швидше . . . . .	86
Молекула, яка дала початок життю на Землі . . . . .	87
Нове пояснення парадоксу Фермі . . . . .	88
Девонське вимирання привело до появи нафти на Землі . . . . .	89
Яким був перший колір у Всесвіті, і як він зміниться . . . . .	90
<i>Еволюція Всесвіту у часі . . . . .</i>	91
Нова теорія появи кисню на Землі . . . . .	92
Про межі Всесвіту і темну енергію . . . . .	94
Де закінчується осяжний Всесвіт . . . . .	95
Незабаром буде розкрита темна матерія . . . . .	95

Нові роботизовано-модифіковані люди . . . . .	96
Астрофізик розповів, як побудувати машину часу . . . . .	97
На людство чекає кардинальний прорив . . . . .	98
Що могло сформуваати Сонячну систему? . . . . .	99
Може бути правдою відсутність темної матерії у Всесвіті . . . . .	100
<i>Гіпотеза MOND — модифікованої ньютонівської динаміки</i> . . . . .	101
<i>Модель гіпотези</i> . . . . .	101
<b>II. ДОСЛІДЖЕННЯ</b> . . . . .	102
Форма простору . . . . .	103
Кінець Всесвіту? . . . . .	104
Війна космологів . . . . .	105
Що не так з постійною Хаббла . . . . .	106
Вік Всесвіту може бути як менший, так і більший . . . . .	107
Походження всіх комет Сонячної системи . . . . .	108
Життя на Землю могло бути занесене метеоритом . . . . .	109
Породи в надрах Землі зберегли первісний вигляд . . . . .	110
Як інопланетні загабарники можуть знайти Землю . . . . .	111
Існування зірок з темної енергії . . . . .	112
Галактики, в яких майже немає темної матерії . . . . .	113
Склад Всесвіту, відповідно до космічного апарату WMAP . . . . .	113
Поява перших живих організмів під водою . . . . .	114
Експеримент з виявлення темної матерії . . . . .	115
Двійник Землі у космічному просторі . . . . .	116
Життя було занесено з космосу . . . . .	116
Бактерія, схожа за своїми властивостями на предків мітохондрій . . . . .	117
Реєстрація гравітаційних хвиль . . . . .	120
<i>Концепція вимірювання</i> . . . . .	121
<i>Детальне пояснення</i> . . . . .	122
Фіксація переміщення світла . . . . .	125
Тунельний ефект часток через потенційний бар'єр . . . . .	125
Нові властивості чорних дір . . . . .	126
Чому у Всесвіті спостерігається баріонна асиметрія . . . . .	127
Визначено, як простір між атомами впливав на квантовий стан фотонів 127	
Новий спосіб боротьби з ядерними відходами . . . . .	128
Перше реальне фото чорної діри . . . . .	129
Чи є «нова фізика», чи ні . . . . .	130
Чорна діра Powehi . . . . .	132
Момент народження чорної діри . . . . .	133
Внутрішня частина Землі . . . . .	134
Систему бозонів, що зв'язують Всесвіт, уперше змоделивав квантовий комп'ютер . . . . .	135
Загадку кильця Сатурна розкрили учені . . . . .	137
Штучна зірка . . . . .	137

Обертання Землі не є ідеально рівним . . . . .	138
Велетенська астрономічна інженерна споруда . . . . .	138
Астрономи вирахували масу Чумацького Шляху . . . . .	139
Комп'ютерна модель Чумацького Шляху . . . . .	140
Життя може поширюватися міжпланетним способом . . . . .	141
Сліди позаземного життя на Землі . . . . .	142
Рух нейронів у головному мозку . . . . .	142
Три способи досягнення швидкості світла . . . . .	143
Передбачення Стівена Хокінга . . . . .	144
Чорні діри нічого не випромінюють.	
Чи все-таки випромінюють? . . . . .	145
Чи реальне випромінювання Хокінга? . . . . .	146
Рентгеновське випромінювання, що випускається об'єктами у космосі . . . . .	147
Чорні діри здатні повністю випаровуватися . . . . .	148
Матерія у ранньому Всесвіті . . . . .	149
Про полюси Сонця . . . . .	150
Знімки кільця Урану . . . . .	151
Головний секрет народження Землі та інших планет . . . . .	152
Поле окремих атомів . . . . .	154
Загадковий радіосигнал з космосу . . . . .	155
Дивні астрономічні явища — радіо-сплески . . . . .	156
«Неможливий двигун» . . . . .	157
Загадкове світло з космосу . . . . .	159
Як швидко розширюється Всесвіт . . . . .	159
Деякі відстані в парсеках . . . . .	161
Передача тепла через поодинокую молекулу . . . . .	161
Про причину еволюції людства . . . . .	162
Незвичайні факти про людський мозок . . . . .	163
Альтернативна теорія гравітації . . . . .	171
Найточніша 3d-карта Чумацького Шляху . . . . .	172
Мікроб може пояснити походження життя на Землі . . . . .	174
Це робить Ш І небезпечнішим, ніж будь-яка зброя . . . . .	175
Маса і спіні чорної діри . . . . .	176
Зміна думок учених про квазари . . . . .	176
Походження земного кисню . . . . .	177
Що відбувається з галактиками? . . . . .	178
«Загибель» далеких галактик Всесвіту . . . . .	180
Надсвітлове переміщення . . . . .	180
Таємниця зникнення цілих галактик . . . . .	181
Стан суперпозиції молекули . . . . .	182
Каталізатор для дешевого виробництва водню . . . . .	183
Пошук причини спостережуваної загибелі галактик . . . . .	184

Шматок м'яса вдалося виростити у космосі .....	185
Створення Всесвіту вдалося штучно .....	186
Змогли оживити мозок миші .....	186
Найдревніші форми складного життя .....	187
Про найдавнішого предка людини .....	188
Які дослідження змінили наше розуміння Всесвіту .....	189
Неможлива нейтронна зірка .....	190
Виявлення структури Всесвіту .....	191
Нова постійна Хаббла .....	192
Невідома сила на краю Сонячної системи .....	193
Новий тип галактик .....	194
Відновлення життя на Землі після зникнення динозаврів .....	195
Спростовано гіпотезу Чарльза Дарвіна .....	196
Результати суперечать гіпотезі рідкісної Землі .....	197
Про рівень Світового океану .....	197
Учені виявили край Всесвіту .....	199
«Віковий парадокс» зірки .....	200
Всесвіт може бути гігантською петлею .....	201
Потенціал альтернативних генетичних систем .....	201
Зв'язок між антиматерією і темною матерією .....	202
Як розвивався наш Всесвіт .....	203
Вчені знайшли у метеоритах молекули цукрів .....	205
Планети з придатними для життя умовами .....	206
Найпотужніший в історії спостережень гама-сплеск .....	207
Об'єднання (ЗТВ) Альберта Ейнштейна із законами квантової механіки .....	208
<i>Паралельні Всесвіти</i> .....	211
Властивості найзагадковішої частки у Всесвіті .....	212
Використання явища із назвою спінова хвиля .....	213
Термоядерна реакція у мікрмасштабі .....	214
Про стан «абсолютного нуля» температур .....	215
Нез'ясовний феномен .....	216
Зародження свідомості у мозку .....	216
Про досі невідому субатомну частинку .....	217
Про хмари з газоподібного водню .....	219
Походження фосфатів, для формування перших живих організмів на Землі .....	219
Про гігантські газопилові хмари .....	220
Виміряти масштаби космосу .....	221
Двовимірні сонячні панелі .....	221
Спіральні галактики широко розповсюджені у Всесвіті .....	222
Свинець стає твердішим за сталь .....	223
Напівсинтетичні клітини людини .....	224
Телепортація між двома чіпами .....	224

Зоряний пил древніший за Сонце . . . . .	225
Перша в історії синтетична бактерія . . . . .	226
Чорна діра в центрі Чумацького Шляху важча за Сонце . . . . .	227
Поставлена під сумнів знаменита константа Хаббла . . . . .	228
Повне зображення центру нашої галактики . . . . .	229
Про явище «надсвітлового руху» . . . . .	231
<i>Що виявили вчені</i> . . . . .	231
<i>Джети з чорної діри M 87</i> . . . . .	232
Як стався перехід від простих бактерій до складніших видів . . . . .	232
Аномальні частки, спростовують сучасну фізику . . . . .	233
<b>III. ВІДКРИТТЯ</b> . . . . .	235
Виявлено нову форму життя . . . . .	236
Речовина зі швидкістю, що перевищує швидкість світла . . . . .	237
Що повинні робити вчені . . . . .	238
Як полум'я спонтанно прискорюється та переходить в детонацію . . . . .	241
Розкрито механізм виникнення органічних речовин, необхідних для життя у космосі . . . . .	243
Одна з найдревніших істот на Землі . . . . .	244
Знайдено найнебезпечнішу чорну діру у Всесвіті . . . . .	245
З'явилася чорна діра неподалік від Сонячної системи . . . . .	246
Спосіб підтримання штучного фотосинтезу . . . . .	246
Струмені, які дозволяють вивчати процеси усередині чорних дір . . . . .	247
Джерело, яке підживлює магнітне поле Землі . . . . .	247
Більшість планет непридатні для складного життя . . . . .	249
<i>Як шукають населені екзопланети?</i> . . . . .	250
<i>Де у Всесвіті можливе життя?</i> . . . . .	251
Галактичні нитки . . . . .	252
Про передбачувану частку, яка підходить під опис темної матерії . . . . .	252
<i>Одностатевий магніт</i> . . . . .	253
<i>А може, це гравітація?</i> . . . . .	254
Про їх дослідження або колонізацію говорити не доводиться . . . . .	255
Відкриття, яке змінить уявлення про матерію . . . . .	256
Наявність «живого» газу на Марсі . . . . .	257
Несподіване відкриття про чорні діри . . . . .	258
Речовина у сполуці берилію порушує закони хімії . . . . .	259
Вперше вдалося отримати знімок чорної діри . . . . .	260
Рідкісний ізотоп залізо-60 . . . . .	261
Про «неможливу» чорну діру . . . . .	261
Учені виявили нові стани чарівного баріону . . . . .	262
Новий тип зірок . . . . .	263
Нове джерело «чистої» електрики . . . . .	263
Нова властивість світла . . . . .	264
Наші предки неодноразово рухалися з Африки в Європу . . . . .	265
Ефекти загальної та спеціальної відносності у видимому світі . . . . .	268



Наймасивніша чорна діра з відомих на даний момент	268
Про найдревнішу молекулу у Всесвіті	269
Прадавні зразки життя, що з'явилися на Землі	270
Пристрій, здатний перетворити тепло на світло	271
Батьківщина найпершої людини	272
Учені знайшли найбільшого пращура людини	273
Учені знайшли алмази, вік яких понад 4,5 млрд років	274
Гравітаційні хвилі від зіткнення чорної діри з нейтронною зіркою	275
Знайшли Суперземлю — планету	277
Учені виявили Велику Адрію	278
Дивні сигнали з космосу розшифрували вчені	280
Про виявлення нових станів чарівного баріону	280
Наймасивніша нейтронна зоря	281
Про величезні космічні пухирі	282
Гідрофобні сили відіграють ключову роль у ланцюжку ДНК	283
Чорна діра у дії	284
Теорія гравітаційної нестійкості	285
Структура, з якої складається Всесвіт	286
Головну роль у створенні скупчень відіграють газові нитки	287
Як може зірка бути старшою за Всесвіт?	288
Дві галактики у процесі лобового зіткнення	290
«Народження» нового елемента	290
<b>IV. ТЕХНОЛОГІЇ МАЙБУТНЬОГО</b>	292
Найефективніші організми-перетворювачі сонячної енергії	293
Принцип роботи теплового насоса	293
<i>Що таке «Тепловий насос»</i>	294
<i>Чим відрізняється ТН від звичайних опалювальних систем?</i>	294
<i>Який принцип роботи теплового насоса?</i>	294
Основні різновиди і модифікації теплових насосів	296
<i>Грунтовий</i>	296
<i>Водяний</i>	296
<i>Краща пропозиція</i>	297
Створення нового, безпечнішого і ефективнішого палива	298
Нове паливо	298
Епоха квантових комунікацій уже настала	299
Водневе паливо з морської води	300
Передача даних за допомогою гравітаційних хвиль	302
Космічні кораблі дуже маленьких розмірів	303
Модулі термоелектричної генерації	304
Генератор на морській воді для підводних роботів	305
У Нікополі відкрили найбільшу СЕС	306
Нова модель комп'ютерного зору	307
<i>Процес навчання нейромережі</i>	307
«Неможлива речовина»	307

Надувний конус для безпечної посадки на Марс	308
М'ясо з повітря	310
Пристрій виводить практично 100 % солі з морської води	310
«Рідкий» жорсткий диск і як він працює?	311
Квантовий мікрофон	313
Комп'ютер нового типу	314
Що таке молекулярний комп'ютер	315
Як створити молекулярний комп'ютер	315
У NASA переходять на більш безпечно і потужне паливо	316
Управління квантовим станом електронів	316
Паливо з сонячної енергії та вуглекислого газу	318
Бездротова передача енергії з космічних апаратів	319
«Парникові гази можна синтезувати в корисні полімери» — вчені	320
<i>Повторне використання кремнію зі старих сонячних панелей</i>	321
Матеріал з фототропізмом	322
Про створення термоядерних електростанцій	324
<i>На що здатний термоядерний реактор</i>	324
Концепт «квантової батареї»	325
<b>V. КОМУНІКАЦІЯ ДУМОК ЛЮДИНИ</b>	327
Різноманіття тлумачень Ейнштейна	328
Підключення мозку людини до комп'ютера	329
<b>VI. ПЕРЕШКОДИ</b>	330
Замінити викопне паливо на відновлювану енергію	331
<i>Кому дав гроші Білл Гейтс?</i>	331
<i>Утопія Ілона Маска</i>	333
<i>Що буде із зеленою енергетикою?</i>	334
Спосіб зробити Марс придатним для життя людини	336
Про початок пластмасового століття	337
<i>Викопний пластик</i>	337
<b>VII. ЦІКАВЕ</b>	340
Істоти з ...антифризом замість крові	341
Найвищий тиск у протоні	342
Відкрився цілий «ультраохолодний світ»	342
Вапняні циліндри різних розмірів	343
Про зсув магнітних полюсів нашої планети	344
Про єдину на Землі безсмертну істоту	345
Загадкові явища у космосі	346
<i>«Місяць за місяцем»</i>	346
<i>Зоря-магнітар</i>	346
Число нобелівських лауреатів різних країн	347
Фізики встановили масу Землі	347
Вчені виявили бактерію, здатну виробляти електрику	348

Ньютон по Біблії вирахував дату апокаліпсису .....	349
Нові версії катастрофи «Титаніка».....	350
2018 рік вивів цю дискусію на новий рівень .....	351
Блискавка влучає двічі в одне й те саме місце.....	353
Міф про відвідування Землі інопланетянами.....	354
Загальна кількість зоряного світла.....	354
Замінники цукру.....	356
Ракова пухлина Землі.....	356
<b>ПРО АВТОРА.....</b>	<b>358</b>

*Науково-популярне видання*

ЦИГАНЕНКО Володимир Олександрович

**НАБЛИЖЕННЯ ВЧЕНИХ  
ДО ЗАРОДЖЕННЯ  
ВСЕСВІТУ ТА ЖИТТЯ**

У чотирьох книгах  
Книга 2

Видання здійснено в авторській редакції

Коректор *Стась З.П.*  
Комп'ютерна верстка *Коваль Н.В.*

Зверстано 29.07.21  
Формат 60x84 1/16.  
Ум.-друк. арк. 33,48.





## НАБЛИЖЕННЯ ВЧЕНИХ ДО ЗАРОДЖЕННЯ ВСЕСВІТУ ТА ЖИТТЯ. Книга 2

Володимир Олександрович Циганенко – професійний енергетик, один із організаторів і керівник Музею енергетики у м. Києві, автор понад 2320 статей присвячених минулому, сучасному і майбутньому енергетики та наближенню вчених до зародження Всесвіту і життя на Землі, автор 15-ти науково-популярних книг, та співавтор 4-х, популяризатор науково-технічних знань та людських чеснот серед молоді. Його книги виставлені у НБУВ, імені В.І. Вернадського, КПІ, НТСЕУ, в Центрі пам'ятокознавства НАНУ. Він – людина із когорти ентузіастів на плечах яких здійснюється українська музейна справа. Окрім того, він допомагає словом і ділом справі виховання молоді: проводить чисельні цікаві і змістовні лекції у музеї на теми історії розвитку світової науки та енергетики; організував та підтримує інформаційні ресурси в Інтернеті: на сайтах за адресою: <http://etar.com.ua>, <https://www.ntseu.net.ua/> – присвячені питанням ТЕК, <http://es.fea.kpi.ua/> – навчальний по морально-етичному вихованню молоді.