

Ciemność w tunelu

[Amerykańscy] fizycy twierdzą, że po raz pierwszy w historii stworzyli tunel czasoprzestrzenny, przewidziany teoretycznie w 1935 roku przez Alberta Einsteina i Nathana Rosena, łączący odległe punkty przestrzeni przejściem w dodatkowym wymiarze.

W taki oto sposób *Quanta*, poważany serwis poświęcony popularyzacji nauki, w artykule zatytułowanym *Fizycy stworzyli tunel czasoprzestrzenny za pomocą komputera kwantowego* opisał zawartość pracy Daniela Jafferisa i współpracowników opublikowanej w *Nature* [1].

W podsumowaniu samej pracy możemy zaś przeczytać:

Udało nam się zaobserwować w warunkach doświadczalnych dynamikę drożnych tuneli czasoprzestrzennych.

Entuzjastyczny artykuł na temat pracy wydrukował *The New Yorker*, opisując to osiągnięcie jako *najmniejszy, tyciuteńki tunel czasoprzestrzenny, jaki możemy sobie wyobrazić*. Publikacji pracy towarzyszyła również konferencja prasowa i wykłady na konferencjach branżowych.

W mediach społecznościowych zawrzało. Do głosów zachwyty dołączyły krytyczne wypowiedzi badaczy stanowczo kwestionujących sposób prezentacji wyników przez Jafferisa *et consortes*. Matt Strassler z Uniwersytetu Harvarda, od kilkunastu lat prowadzący bloga poświęconego popularyzacji fizyki teoretycznej, napisał:

Czy fizycy stworzyli tunel czasoprzestrzenny w laboratorium? Nie. Czy fizycy stworzyli mały tunel czasoprzestrzenny w laboratorium? Nie. Czy fizykom udało się zbadać kwantową grawitację w laboratorium? Nie. Czy fizycy symulowali tunel czasoprzestrzenny w laboratorium? Nie.

Peter Woit, który od wielu lat publicznie krytykuje odważne stwierdzenia teoretyków zajmujących się teorią strun i napisał o nich książkę o tytule *Nawet nie błędna* (jak słynna obelga autorstwa Fermiego) – skwitował sprawę krótko:

To ustawka pod media.

Magazyn *Scientific American* spróbował podejść do sprawy na chłodno i zamówić u poważanego specjalisty omówienie sytuacji, które nie byłoby ani przesadnie pochwalne, ani przesadnie krytyczne. Nie udało się.

A co się właściwie stało?

Naukowcy wykorzystali dziewięć qubitów należącego do Google komputera kwantowego *Sycamore* do obliczenia bardzo uproszczonej wersji modelu Sachdeva, Ye i Kitaeva (SYK), używanego do badania układów kwantowych, takich jak np. grafen, ale uważanego także za matematycznie równoważny opisowi dwuwymiarowej grawitacji we Wszechświecie o ujemnej krzywiznie czasoprzestrzennej. Przypuszcza się, że ta równoważność może nam coś podpowiedzieć na temat grawitacji kwantowej w naszym Wszechświecie (jakkolwiek

nasza czasoprzestrzeń ma cztery wymiary i dodatnią krzywiznę).

Dlaczego się tak przypuszcza? Aby choć z grubsza odpowiedzieć na to pytanie, trzeba przywołać kilka pojęć, jakie zostały wprowadzone do teorii strun w ostatnich trzech dekadach.

Pierwszą z nich jest *zasada holograficzna*, czyli postulowana własność kwantowej grawitacji, stwierdzająca, że opis objętości przestrzeni może być „zakodowany” na brzegu tej przestrzeni, a zatem na obszarze niższego wymiaru. Po raz pierwszy została zaproponowana przez Gerarda 't Hoofta, a w teorii strun otrzymała dokładną interpretację dzięki Leonardowi Susskindowi.

Druga to zaproponowana przez Juana Maldacene *korespondencja AdS/CFT*, czyli coś w rodzaju słownika, który pozwala tłumaczyć pojęcia jednej teorii na pozornie różne pojęcia zupełnie innej teorii – modelu czasoprzestrzeni znanego jako przestrzeń anty-de Sittera (AdS) i konforemnej teorii pola (CFT), w której nie ma, co prawda, grawitacji, ale układy nią opisywane mogą wykazywać splątanie kwantowe.

Trzecim elementem układanki jest zaproponowana dekadę temu przez Maldacene i Susskinda hipoteza ER = EPR, łącząca własności tuneli czasoprzestrzennych (ER od nazwisk Einsteina i Rosena) oraz splątania kwantowego (EPR od nazwisk Einsteina, Podolsky'ego i Rosena, którzy w głośnej pracy sprzed niemal wieku zaproponowali eksperyment myślowy mający wykazać absurdalność splątania kwantowego; przyroda wszakże nie przejęła się tym argumentem, więc Nagroda Nobla z fizyki została w 2022 roku przyznana badaczom zgłębiającym tajniki splątania).

Hipoteza ER = EPR została w 2017 roku rozszerzona przez Jafferisa oraz Pinga Gao i Arona Walla w sposób pozwalający powiązać własności drożnych tuneli czasoprzestrzennych z teleportacją kwantową. Ta konstrukcja teoretyczna umożliwiła zinterpretowanie obliczeń na komputerze kwantowym w języku teorii grawitacji.

Cała ta historia skłania do postawienia kilku pytań. Czy „interpretacja” jest synonimem „symulacji”? Czy Jafferis ze współpracownikami oraz działły promocji ich instytucji naukowych w uczciwy sposób przedstawili wyniki badań szerszej publiczności? I bardziej ogólnie, gdzie w komunikacji naukowej przebiega granica między hiperbolą a hucpą?

Krzysztof TURZYŃSKI

[1] D. Jafferis *et al.*, „Traversable wormhole dynamics on a quantum processor”, *Nature* **612** (2022) 51