

УДК 004.01

Хмель А.Є., здобувач 3  
курсу спеціальності 122  
«Комп'ютерні науки»  
Ніколюк. П.К., професор, доктор  
фізико-математичних наук.

## МОДЕЛЮВАННЯ ВСЕСВІТУ

*Донецький національний університет імені Василя Стуса*

Ми дуже мало знаємо про те, що сталося одразу після Великого вибуху. У зв'язку з цим у своїх дослідженнях вчені часто покладаються на комп'ютерне моделювання Всесвіту. Це допомагає краще зрозуміти, як він формувався і розвивався.

### **TNG50 Моделювання Всесвіту: від Великого вибуху до сьогодення**

Це найбільша та найдетальніша модель еволюції Всесвіту. Її створила команда німецьких і американських вчених. Звичайно, вони не будували модель вручну — суперкомп'ютер робив це більше року [1].

Не так давно космічний простір вивчали детально — з середини 20 століття, коли з'явилися перші великі ракети. Крім того, змагання між США і Радянським Союзом в умовах «холодної війни» також сприяло активному фінансуванню космічних досліджень між двома країнами. Отже, ми багато знаємо про маленьких (порівняно з просторовими розмірами) істот. Водночас, як і Сократ, ми знаємо, що «нічого не знаємо». Ми дуже мало знаємо про те, що сталося одразу після Великого вибуху. Через це вчені часто покладаються на комп'ютерне моделювання Всесвіту у своїх дослідженнях. Це допомагає краще зрозуміти, як він формувався і розвивався. Але є проблема — і це обмежені можливості обчислювальної техніки.

### **TNG50 — це найбільша симуляція історії Всесвіту**

Команда вчених з Німеччини та США нещодавно завершила найдетальнішу масштабну симуляцію під назвою TNG50. Це сучасне моделювання Всесвіту допоможе краще зрозуміти його еволюцію, як у деталях, так і у великому масштабі [2].

Модель TNG50 створена в рамках проекту IllustrisTNG - серії астрофізичних симуляцій, на яких вчені вивчають процеси формування галактик і еволюцію Всесвіту. Тут використовуються найсучасніші цифрові коди та найпотужніші комп'ютери у світі. Для створення моделювання задіяний суперкомп'ютер Hazel Hen — він має 16 000 обчислювальних ядер. Машина безперервно (!) проводить обчислення вже більше року.

Тим не менш, модель TNG50 є найдовшою та найбільш ресурсомісткою з усіх сучасних моделей. Виглядає вона як куб, який містить понад 20 млрд

частинок: зірки, темну матерію, космічний пил та газ, магнітні поля та надмасивні чорні діри. Такий рівень деталізації раніше був доступний тільки при дослідженнях окремих галактик. Об'єм кубу у 230 млн світлових років дозволяє спостерігати за еволюцією галактик впродовж 13,8 млрд років.

### **Галактичні фонтани**

Наприклад, вчені «перемотали» час і помітили, що спіральні галактики, такі як Чумацький Шлях, утворилися з хаотичних хмар газу. TNG50 показує, що за останні 10 мільярдів років галактики дедалі більше стають схожими на диски зі значно меншою хаотичною поведінкою всередині. Коли галактики «тихі», з них витікають високошвидкісні вітри газу — результат вибухів наднових і активності надмасивних чорних дір[3].

Пізніше потоки хаотично текли в різних напрямках від галактики, у формі конуса з дном відносно далеко від центру скупчення. Так газ під дією сили тяжіння спочатку сповільнюється, потім зупиняється і падає назад, але вже знаходиться на краю (а не в центрі) галактики. Це схоже на принцип циркуляції води у фонтанах. Тому це явище називають «Галактичним фонтаном». І утворюється якесь замкнуте коло: Чумацький Шлях утворює фонтан, а фонтан — Чумацький Шлях. Тому спіральні галактики стають тільки більшими.

### **Суперкомп'ютер змодельовав Всесвіт від Великого вибуху до наших днів**

Міжнародна команда вчених створила найточнішу модель Всесвіту, доступну на сьогодні. За допомогою суперкомп'ютерів відтворено всю історію Всесвіту: від Великого вибуху до сьогодення.

#### **Модель холодної темної матерії**

Міжнародна команда вчених створила найточнішу модель Всесвіту, доступну сьогодні. За допомогою суперкомп'ютерів відтворено всю історію Всесвіту: Від Великого вибуху до сьогодення[4].

Проект під назвою SIBELIUS-DARK створив віртуальний всесвіт. Його розмір становить 600 млн світлових років і містить 130 млрд імітованих частинок. Віртуальний світ був створений з використанням суперкомп'ютера Dirac University (COSMA). В основі моделювання лежить модель, яка називається «моделлю холодної темної матерії», яка є стандартною моделлю космології.

### *Список використаних джерел*

1. Інформація про TNG50/URL: <https://tokar.ua/read/38300> (Дата звернення 07.11.2022)  
Інформація про суперкомп'ютер/URL: <https://universemagazine.com/superkompyuter-zmodelyuvav-vsesvit-vid-velykogo-vybuhu-do-nashyh-dniv/> (Дата звернення 07.11.2022)
2. Вікіпедія/URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki> (Дата звернення 07.11.2022)
4. Моделі Всесвіту/URL: <https://tvir.biographiya.com/modeli-vsesvitu/> (Дата звернення 07.11.2022)