

Учёные создали эмулятор, способный моделировать Вселенную на обычном ноутбуке



Дата публикации: 17.09.2025

Моделирование Вселенной всегда считалось задачей для суперкомпьютеров. Космическая паутина, представляющая собой гигантскую сеть из галактик, скоплений, нитей и пустот, настолько сложна, что её изучение требовало миллионов часов вычислений. Теперь международная команда исследователей представила инструмент, который меняет правила игры: эмулятор Effort.jl способен выполнять те же задачи всего за несколько минут на обычном ноутбуке, сохраняя при этом высокую точность.

Чтобы понять масштаб, нужно представить, что каждая галактика — это лишь «точка» в огромной системе, включающей миллиарды объектов. Эти галактики формируют кластеры, кластеры образуют сверхскопления, а те объединяются в гигантские космические нити, протянувшиеся на миллионы световых лет. Вместе они создают так называемую крупномасштабную структуру Вселенной. Для её описания используется эффективная полевая теория крупномасштабных структур (EFTofLSS), которая учитывает не только распределение материи, но и влияние тёмной энергии, ускоряющей расширение

космоса.

Проблема заключалась в том, что EFTofLSS невероятно ресурсоёмка. Даже самые современные суперкомпьютеры выполняли расчёты неделями, что ограничивало возможности анализа новых данных. Сегодня объёмы информации стремительно растут благодаря международным проектам, таким как Dark Energy Spectroscopic Instrument (DESI) или космический телескоп Euclid. Эти обсерватории собирают трёхмерные карты миллиардов галактик, а значит, потребность в эффективных инструментах вычислений становится всё более актуальной.

Именно поэтому разработка Effort.jl вызвала такой интерес. Его принцип основан на применении нейронных сетей, которые обучаются на результатах традиционных моделей и затем способны предсказывать новые сценарии. Но уникальность алгоритма в том, что он использует уже известные физические зависимости — так называемые градиенты. Это позволяет системе учиться быстрее, экономить ресурсы и выдавать надёжные прогнозы даже при ограниченном объёме данных.

Результаты тестирования впечатляют: Effort.jl продемонстрировал полное совпадение с исходной моделью EFTofLSS, а в некоторых случаях даже оказался более информативным, поскольку смог учитывать те аспекты, которые традиционно упрощались ради скорости работы. Таким образом, новый эмулятор не только ускоряет расчёты, но и позволяет взглянуть на Вселенную более детально.

Практическое значение этой технологии огромно. Теперь космологи смогут проверять больше гипотез за меньшее время, моделировать сценарии эволюции космоса и анализировать влияние тёмной энергии без необходимости доступа к сверхдорогим вычислительным кластерам. Effort.jl делает фундаментальные исследования доступнее для университетов и исследовательских центров, которые ранее не имели таких возможностей.

Это открытие можно рассматривать и как шаг к демократизации науки. Если раньше моделирование Вселенной было привилегией избранных центров с мощнейшими компьютерами, то теперь любой исследователь, обладающий ноутбуком и навыками программирования, может работать с космологическими данными. Это ускорит обмен идеями и позволит привлечь к решению глобальных задач гораздо больше учёных.

На горизонте уже виднеются новые перспективы. Effort.jl станет незаменимым инструментом при обработке данных будущих миссий — например, телескопа «Риман», который NASA планирует запустить для изучения

тёмной энергии и экзопланет. Кроме того, такие эмуляторы можно адаптировать и для других задач: от моделирования климатических процессов до разработки новых материалов.

Главные выводы очевидны: моделирование Вселенной больше не требует суперкомпьютеров, нейронные сети способны ускорить работу фундаментальных теорий, а точность новых методов сопоставима с классическими подходами. Effort.jl показывает, как симбиоз физики и машинного обучения открывает новые горизонты для космологии и меняет само представление о том, как мы исследуем Вселенную.