

Человеческий интеллект может скрываться в одном нейроне: ученые обнаружили неожиданную вычислительную мощь клеток мозга



Дата публикации: 09.07.2026

На протяжении десятилетий нейробиологи считали, что выдающиеся интеллектуальные способности человека объясняются главным образом размерами мозга, огромным количеством нейронов и невероятно плотной сетью связей между ними. Однако новое исследование показывает, что секрет человеческого интеллекта может скрываться не только в масштабе всей нервной системы, но и в вычислительных возможностях каждой отдельной клетки.

Исследователи пришли к выводу, что отдельный нейрон коры головного мозга человека представляет собой значительно более сложное вычислительное устройство, чем предполагалось ранее. Более того, его возможности настолько велики, что в некоторых задачах их можно сравнить с работой глубокой искусственной нейронной сети, используемой в современных системах искусственного интеллекта.

Авторами исследования стали ученые Еврейского университета в

Иерусалиме совместно с коллегами из Свободного университета Амстердама. Работа была опубликована в журнале Proceedings of the National Academy of Sciences и посвящена изучению вычислительных свойств отдельных нейронов человеческой коры головного мозга.

Долгое время в нейронауке существовала относительно простая модель работы нейрона. Предполагалось, что клетка получает электрические сигналы, суммирует их и, достигнув определенного порога, передает импульс дальше. Такая схема легла в основу большинства современных искусственных нейронных сетей, где искусственный нейрон представляет собой крайне упрощенную математическую модель.

Однако биологический нейрон устроен значительно сложнее. Особенно это касается пирамидных нейронов коры больших полушарий, которые обладают огромным количеством дендритных ветвей. Именно через эти многочисленные отростки клетка получает тысячи входящих сигналов одновременно. Каждый участок дендрита способен самостоятельно обрабатывать поступающую информацию, что превращает один нейрон в настоящую распределенную вычислительную систему.

Чтобы количественно оценить эту сложность, исследователи предложили новый подход. Они создали детальные компьютерные модели человеческих нейронов, максимально точно воспроизводящие их анатомическое строение и электрические свойства. Затем при помощи современных методов машинного обучения ученые попытались создать искусственную нейронную сеть, которая смогла бы полностью повторить поведение одной живой клетки.

Полученный результат оказался неожиданным. Для воспроизведения работы одного человеческого нейрона потребовалась достаточно сложная глубокая искусственная нейронная сеть с несколькими уровнями обработки информации. Это означает, что отдельная нервная клетка выполняет гораздо более объемные вычисления, чем предполагалось ранее.

Фактически каждый такой нейрон нельзя рассматривать как простой переключатель, работающий по принципу «включено» или «выключено». Он одновременно анализирует огромное количество поступающих сигналов, сравнивает их между собой, выделяет наиболее значимые комбинации и принимает решение о передаче электрического импульса. Все эти процессы происходят непрерывно и с высокой скоростью.

Особую роль в этой работе играют дендриты — многочисленные разветвленные отростки нейрона. Раньше их часто рассматривали лишь как пассивные проводники сигналов. Сегодня становится очевидно, что дендриты

способны самостоятельно выполнять сложную обработку информации еще до того, как сигнал достигнет тела клетки. По сути, внутри одного нейрона одновременно функционирует множество локальных вычислительных участков, работающих параллельно.

Именно эта особенность делает нейроны человеческой коры настолько мощными. Вместо простой линейной обработки информации клетка способна выполнять большое количество нелинейных операций, которые значительно увеличивают ее вычислительный потенциал.

Подобные свойства особенно важны для высших когнитивных функций. Благодаря сложной обработке информации отдельные нейроны могут участвовать в распознавании образов, анализе зрительных сцен, обработке речи, принятии решений, формировании воспоминаний и выполнении других интеллектуальных задач. Например, один нейрон способен участвовать в различении сложных визуальных объектов, таких как изображения различных животных, еще до того, как информация будет объединена с результатами работы миллионов других клеток.

Полученные данные позволяют иначе взглянуть на происхождение человеческого интеллекта. Возможно, решающим фактором эволюции стали не только увеличение размеров мозга и рост числа нейронов, но и постепенное усложнение самих вычислительных возможностей каждой отдельной нервной клетки.

Если эта гипотеза подтвердится дальнейшими исследованиями, она поможет объяснить, почему даже относительно небольшие изменения в строении человеческой коры привели к появлению речи, абстрактного мышления, способности к математике, творчеству, планированию и созданию сложных технологий.

Исследование также помогает лучше понять фундаментальные различия между человеческим мозгом и современными системами искусственного интеллекта. Несмотря на впечатляющие успехи больших языковых моделей и глубоких нейронных сетей, используемые в них искусственные нейроны остаются чрезвычайно простыми математическими элементами. Их вычислительная сложность несопоставима с возможностями настоящих биологических нейронов.

Именно поэтому современные алгоритмы вынуждены использовать миллиарды искусственных параметров и огромные вычислительные мощности для решения задач, которые человеческий мозг выполняет, потребляя всего около 20 ватт энергии. Биологическая эффективность нервной системы во

многим может объясняться тем, что каждый отдельный нейрон уже является весьма мощным вычислительным устройством.

Авторы исследования считают, что результаты работы могут стать основой для создания принципиально нового поколения нейроморфных вычислительных систем. Вместо дальнейшего увеличения размеров искусственных сетей инженеры смогут создавать более сложные искусственные нейроны, способные самостоятельно выполнять значительно больший объем вычислений. Такой подход потенциально позволит сделать искусственный интеллект более компактным, энергоэффективным и ближе по принципам работы к человеческому мозгу.

Работа также открывает новые перспективы для фундаментальной нейробиологии. Теперь ученые получили универсальный метод оценки вычислительной мощности отдельных нервных клеток и смогут сравнивать нейроны различных областей мозга, возрастных групп и даже разных видов животных. Это поможет лучше понять, какие именно изменения в строении нервной системы стали ключевыми этапами эволюции человеческого интеллекта.

Хотя исследование не утверждает, что весь интеллект человека сосредоточен в одной клетке, оно убедительно показывает: отдельный нейрон представляет собой гораздо более сложную и самостоятельную вычислительную систему, чем предполагалось ранее. Именно сочетание миллиардов таких высокоорганизованных клеток, объединенных в единую сеть, вероятно, и создает уникальные способности человеческого мозга к обучению, языку, творчеству, абстрактному мышлению и познанию окружающего мира.

По мере развития нейронауки подобные открытия могут не только приблизить ученых к пониманию природы сознания, но и определить направление развития искусственного интеллекта на ближайшие десятилетия. Вместо простого увеличения числа параметров будущие интеллектуальные системы, вероятно, будут строиться по принципам, которые миллионы лет совершенствовала сама эволюция.

Ссылка: «Морфология дендритов и синаптические нелинейности повышают функциональную сложность в нейронах коры головного мозга человека» [DOI: 10.1073/pnas.2533168123](https://doi.org/10.1073/pnas.2533168123).