

Большинство нейронов мозга оказались универсалами: исследование меняет представления о работе нервной системы



Дата публикации: 16.07.2026

Одним из самых продолжительных научных споров в современной нейробиологии остается вопрос о том, как именно устроена работа нейронов головного мозга. На протяжении десятилетий исследователи пытались выяснить, выполняет ли каждый нейрон строго определенную функцию или большинство нервных клеток способны участвовать сразу во множестве различных процессов. Новое масштабное исследование дает убедительный ответ: специализированные нейроны действительно существуют, однако основную часть нервной системы составляют универсальные клетки, которые могут одновременно участвовать в решении самых разных задач.

Работа вызвала огромный интерес научного сообщества еще до официальной публикации. Предварительную версию исследования скачали более 11 тысяч раз, что является весьма редким показателем даже для крупных научных проектов. После завершения рецензирования результаты были опубликованы в одном из самых авторитетных мировых научных журналов Nature.

Исследование было выполнено международной группой специалистов под руководством ученых Института Цукермана Колумбийского университета при участии Парижского института мозга, Национального центра научных исследований Франции (CNRS), Федеральной политехнической школы Лозанны и других научных организаций. Авторы поставили перед собой задачу, которая считается одной из фундаментальных в современной нейронауке: определить, являются ли нейроны аналогами специализированных инструментов, каждый из которых выполняет строго ограниченную функцию, или же они представляют собой универсальные вычислительные элементы, способные гибко адаптироваться к различным условиям.

Долгое время существовали две конкурирующие модели работы мозга. Согласно первой, различные области мозга состоят преимущественно из специализированных нейронов, отвечающих за конкретные задачи — обработку зрительной информации, распознавание запахов, движение, речь или память. Вторая теория предполагала, что большинство нейронов обладают высокой функциональной гибкостью и могут использоваться мозгом повторно в самых разных вычислительных процессах.

До настоящего времени исследования нередко приводили к противоречивым выводам. Одни научные группы обнаруживали выраженную специализацию отдельных нервных клеток, другие, напротив, находили многочисленные признаки универсальности. Причиной расхождений стали различия в методиках экспериментов. Исследователи использовали разные виды животных, изучали различные области мозга, анализировали неодинаковые типы поведения и применяли отличающиеся методы регистрации активности нейронов. Из-за этого результаты было трудно напрямую сравнивать.

Чтобы исключить подобные ограничения, авторы нового исследования разработали единую экспериментальную стратегию. Они сосредоточились исключительно на мозге мышей и анализировали работу множества областей коры головного мозга в одинаковых условиях. Основой исследования стали данные Международной лаборатории мозга — одного из крупнейших мировых проектов по изучению нервной системы.

Ученые обработали записи активности огромного количества нейронов сразу в 43 различных областях коры головного мозга. Такой объем информации значительно превосходит большинство предыдущих исследований и позволил получить гораздо более полную картину функционирования мозга.

Результаты оказались весьма показательными. В первичных сенсорных областях, отвечающих, например, за обработку зрительных сигналов, нейроны действительно демонстрировали выраженную специализацию. Однако по мере

перехода к более сложным участкам мозга ситуация резко менялась. Большинство нейронов начинали реагировать сразу на множество различных факторов, сочетая обработку нескольких видов информации одновременно.

Фактически исследование показало, что специализированные нейроны являются скорее исключением, чем правилом. Основная масса нервных клеток обладает высокой функциональной универсальностью и способна включаться в решение разнообразных когнитивных задач.

Особенно интересным оказалось еще одно наблюдение. Даже нейроны, принадлежащие к одной и той же области мозга, редко полностью повторяли поведение друг друга. Каждый из них обладал собственной комбинацией реакций на различные стимулы. Благодаря этому нервная система избегает избыточного дублирования информации и значительно увеличивает вычислительные возможности мозга.

Авторы исследования считают, что именно подобная организация обеспечивает исключительную гибкость человеческого мышления. Вместо жестко закрепленного распределения функций мозг использует огромную сеть взаимосвязанных универсальных элементов, которые могут быстро перестраиваться в зависимости от текущей задачи.

Еще одним важным выводом стала необходимость пересмотра традиционного подхода к изучению мозга. На протяжении многих десятилетий нейробиологи преимущественно анализировали отдельные нейроны, пытаясь определить их конкретную функцию. Новые результаты показывают, что подобная стратегия имеет серьезные ограничения.

Каждый отдельный нейрон может одновременно участвовать в кодировании нескольких различных параметров окружающего мира. Например, одна и та же нервная клетка может реагировать одновременно на форму объекта, его цвет, направление движения, контрастность изображения и множество других характеристик. Изолированное изучение такой клетки не позволяет полностью понять ее роль.

Гораздо более информативным оказывается анализ целых популяций нейронов. Именно коллективная работа тысяч и миллионов нервных клеток формирует сложные многомерные представления, лежащие в основе восприятия, памяти, принятия решений и обучения.

Исследователи приводят простой пример. Мозг не хранит отдельно информацию о красном цвете, круге или квадрате. Вместо этого популяции нейронов одновременно кодируют целостные комбинации признаков — красный круг, черный квадрат, движущийся треугольник и множество других сочетаний.

Такая организация значительно повышает эффективность обработки информации и позволяет использовать одни и те же нейронные сети при решении самых разнообразных задач.

Подобная архитектура делает мозг удивительно экономичной вычислительной системой. Вместо создания отдельных специализированных цепей для каждой новой функции нервная система повторно использует существующие нейронные ансамбли, комбинируя их различными способами. Именно это, по мнению ученых, лежит в основе способности человека быстро обучаться, адаптироваться к новым условиям, переносить ранее приобретенный опыт на незнакомые ситуации и эффективно решать нестандартные задачи.

Полученные результаты имеют большое значение не только для фундаментальной нейробиологии, но и для медицины. Более глубокое понимание принципов организации нейронных сетей поможет лучше разобраться в механизмах развития болезни Альцгеймера, болезни Паркинсона, эпилепсии, аутизма, шизофрении и других неврологических и психических расстройств. Кроме того, новые знания могут использоваться при создании более совершенных интерфейсов «мозг — компьютер», нейропротезов и интеллектуальных систем искусственного интеллекта, архитектура которых все чаще вдохновляется принципами работы человеческого мозга.

В настоящее время исследовательская группа уже приступила к следующему этапу работы. Совместно с коллегами из Калифорнийского технологического института ученые изучают, сохраняется ли обнаруженная закономерность у человека. Также специалисты намерены выяснить, изменяется ли степень универсальности нейронов в зависимости от сложности выполняемых задач и различных состояний мозга.

Авторы считают, что это исследование знаменует собой важный этап развития современной нейронауки. Вместо представления о мозге как о совокупности жестко специализированных элементов все больше подтверждений получает модель, в которой основу интеллектуальной деятельности составляют гибкие, универсальные нейроны, работающие совместно в сложных динамических сетях. Именно такая организация, вероятно, позволяет человеческому мозгу оставаться одной из самых эффективных и адаптивных вычислительных систем, известных современной науке.

Ссылка: «Редко категориальные, высокоразделимые представления вдоль кортикальной иерархии» DOI: [10.1038/s41586-026-10668-4](https://doi.org/10.1038/s41586-026-10668-4).