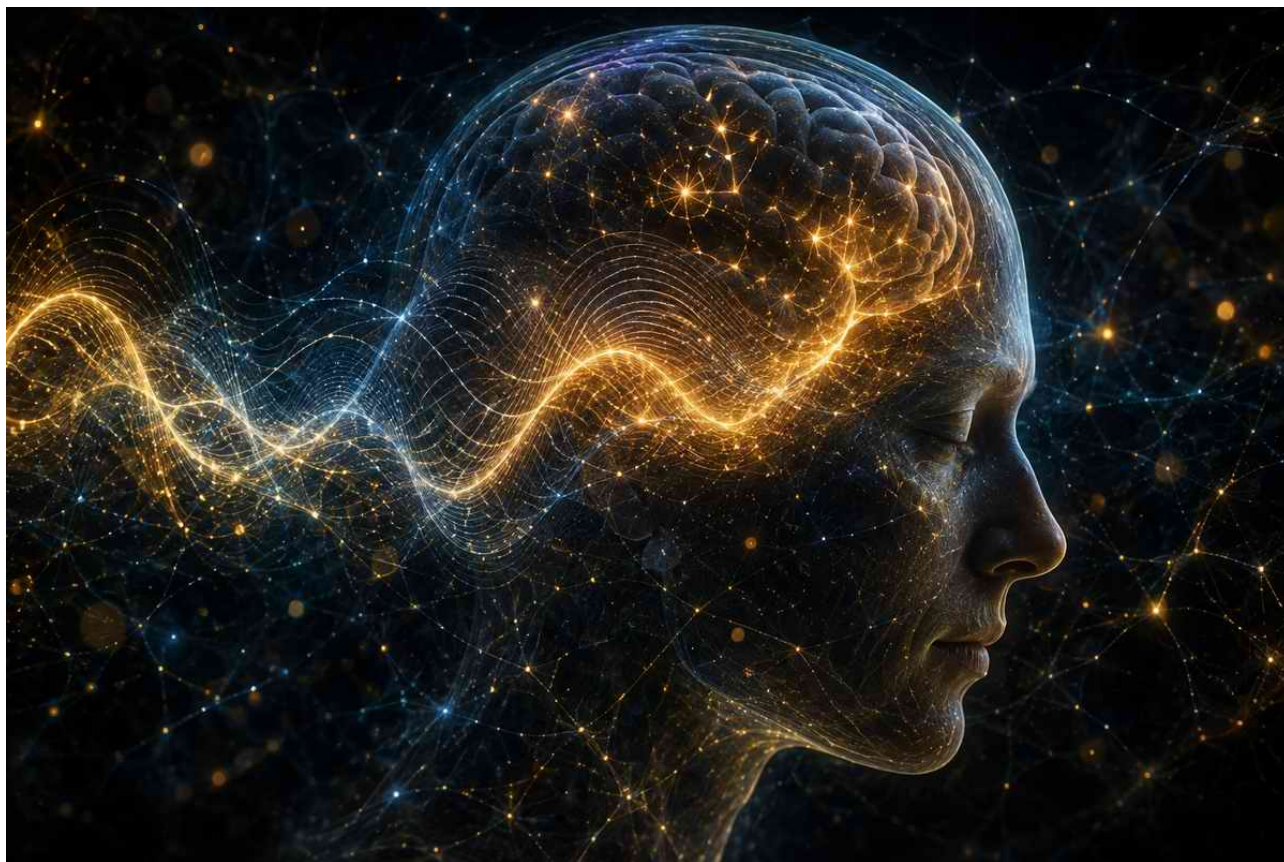


Новая теория объясняет сознание аналоговыми вычислениями мозговых волн



Дата публикации: 21.08.2026

Человеческий мозг часто сравнивают с цифровым компьютером, где нейроны напоминают электронные элементы, а связи между ними образуют сложнейшую вычислительную сеть. Исследователи Массачусетского технологического института предлагают существенно изменить эту картину. Согласно новой теории, для понимания мышления и сознания недостаточно изучать только нейроны и синапсы. Важнейшую вычислительную роль могут играть распространяющиеся по коре головного мозга электрические волны, превращающие мозг в своеобразную аналоговую вычислительную систему.

Теорию представили исследователи Института ПикOVERA по изучению обучения и памяти MIT Эрл Миллер, Скотт Бринкат и Джефферсон Рой. В ее основе лежит проблема, давно известная нейробиологам: один и тот же нейрон способен участвовать сразу в нескольких процессах и реагировать на разные стимулы в зависимости от ситуации. Это свойство называют смешанной избирательностью. Оно значительно увеличивает вычислительные возможности мозга, но требует механизма, который за доли секунды определяет, какие

группы нейронов должны работать вместе именно сейчас.

Одних синапсов для такой гибкости может быть недостаточно. Связи между нервными клетками формируют относительно устойчивую архитектуру мозга, хранящую знания, воспоминания и приобретенные навыки. Но окружающая среда меняется гораздо быстрее, чем мозг способен перестраивать эту архитектуру. Поэтому необходим дополнительный механизм оперативного управления уже существующими нейронными сетями.

Эту функцию авторы теории отводят мозговым волнам — ритмическим изменениям электрической активности, распространяющимся по нервной ткани. Разные частоты могут выполнять разные задачи. Более медленные альфа- и бета-ритмы связываются с текущими целями, правилами и содержанием памяти, тогда как быстрые гамма-колебания участвуют в обработке поступающей сенсорной информации. Медленные ритмы способны регулировать быстрые, фактически определяя, какая информация и в какой момент получает приоритет.

Так возникает принципиально иная вычислительная модель. Цифровой компьютер выполняет множество операций посредством последовательных переключений электронных элементов. Аналоговая система способна использовать физические свойства самого процесса. Волны распространяются, встречаются, усиливают или ослабляют друг друга. Если мозг действительно использует подобную интерференцию для обработки информации, часть вычислений может происходить одновременно и распределенно, без единого центрального управляющего узла.

Особую роль исследователи придают бегущим бета-волнам. Они способны перемещаться по коре и создавать меняющиеся пространственно-временные области активности. В одном участке может формироваться нейронный ансамбль, кодирующий поступающий объект, а после прохождения волны другая комбинация клеток получает возможность удерживать информацию в рабочей памяти. Мозг в такой модели постоянно перестраивает функциональные сети, не меняя физически сами синаптические соединения.

Дополнительным механизмом может быть эфapticкая связь. Электрическая активность множества нейронов создает локальные электрические поля, которые, в свою очередь, способны влиять на активность соседних клеток. Такое взаимодействие потенциально происходит значительно быстрее химических изменений синапсов и может помогать большим группам нейронов синхронизировать работу.

Авторы называют этот принцип пространственно-временными вычислениями.

Важна не только частота волны, но и то, где она находится, куда движется, с какими другими волнами взаимодействует и какие нейронные ансамбли в этот момент оказываются активными. Альфа-ритмы, бета-волны, гамма-колебания, электрические поля, синапсы и нейронные ансамбли в этой модели становятся частями единой динамической системы.

Еще более смелая часть гипотезы касается сознания. Исследователи предполагают, что оно возникает тогда, когда волновая активность организует удаленные участки коры в глобально согласованное состояние. Сознание в таком случае определяется не работой одного особого центра мозга, а способностью огромного количества нейронов временно объединяться в координированную систему.

Косвенные аргументы в пользу этой идеи дают исследования общей анестезии. Различные анестетики действуют на разные молекулярные мишени, однако потеря сознания сопровождается нарушением нормальной пространственной и временной организации мозговых ритмов. Это позволяет предположить, что для сознательного состояния важны не только отдельные рецепторы или нейроны, но и сохранение крупномасштабной координации электрической активности мозга.

У теории есть важное ограничение: существование именно аналоговых вычислений посредством интерференции мозговых волн пока непосредственно не доказано. Авторы намерены искать характерные вычислительные закономерности в волновой активности. Поэтому речь идет не о завершенном объяснении сознания, а о проверяемой модели, способной объединить результаты множества исследований.

Если гипотеза подтвердится, она может иметь и медицинское значение. Электрические ритмы мозга можно изменять внешней стимуляцией, причем некоторые методы не требуют хирургического вмешательства. Более глубокое понимание волновой динамики потенциально позволит исследовать новые подходы к нарушениям, при которых страдает координация нейронной активности. Главный вопрос теперь заключается в том, действительно ли мозг научился использовать физику собственных электрических волн как вычислительный механизм.

Ссылка: «Аналоговое познание и сознание» DOI: [10.1523/jneurosci.0711-26.2026](https://doi.org/10.1523/jneurosci.0711-26.2026).