

Учёные обнаружили в мозжечке нейроны, предсказывающие время будущих событий



Дата публикации: 14.05.2026

Человеческий мозг постоянно пытается предугадать будущее. Мы автоматически рассчитываем, когда загорится зелёный свет, где окажется движущийся объект и в какой момент собеседник закончит фразу. Даже простые движения тела требуют сложнейшего прогнозирования. Теперь учёные получили новые доказательства того, что мозг действительно работает как своеобразная машина вероятностных вычислений.

Исследователи из Университета Радбоуда и Медицинского центра Университета Эразма в Нидерландах обнаружили, что особые нейроны мозжечка способны кодировать вероятности будущих событий и предсказывать момент их наступления. Работа была опубликована в журнале *Nature Neuroscience* и стала важным шагом к пониманию того, как мозг формирует ожидания и адаптируется к неопределённости окружающего мира.

Современная нейробиология всё чаще рассматривает мозг не как пассивный орган, реагирующий на внешние сигналы, а как систему непрерывного

прогнозирования. Согласно одной из наиболее влиятельных теорий, мозг постоянно строит модели будущего и сравнивает свои ожидания с реальностью. Этот процесс напоминает байесовский вывод — математический метод, при котором вероятности обновляются по мере поступления новой информации.

В повседневной жизни подобный механизм помогает человеку ориентироваться в нестабильной среде. Например, если вы слышите шаги за дверью, мозг автоматически оценивает вероятность того, кто может войти. Когда появляются новые сигналы — голос, звук ключей или силуэт — прогноз мгновенно корректируется.

Учёные давно предполагали, что подобные процессы реализуются в нейронных цепях мозга, однако до сих пор оставалось неясно, где именно хранится статистическая информация о вероятности событий и какие клетки отвечают за её обработку.

Для поиска ответа исследователи провели серию экспериментов на мышах. Животных обучали ассоциировать короткую вспышку света с последующим потоком воздуха, направленным в глаз. Через некоторое время мыши начинали моргать заранее, ещё до появления воздушного потока, демонстрируя предсказуемую защитную реакцию.

Но эксперимент был устроен сложнее обычного условного рефлекса. Учёные специально изменяли интервалы времени между световым сигналом и воздушным потоком, создавая различные уровни неопределённости. Иногда стимул появлялся почти всегда в одно и то же время, а иногда — с сильным разбросом вероятностей.

Во время выполнения задачи исследователи регистрировали активность клеток Пуркинье — крупных нейронов мозжечка, известных своей важной ролью в координации движений, моторном обучении и адаптации поведения. Эти клетки считаются одними из самых необычных нейронов в мозге благодаря сложной структуре и огромному количеству входящих сигналов.

Результаты показали, что клетки Пуркинье не просто реагируют на стимулы, а формируют внутреннюю модель вероятности будущего события. Их активность постепенно менялась по мере того, как мыши обучались новым временным закономерностям.

Особенно интересным оказалось поведение мозга в условиях высокой неопределённости. Когда момент появления воздушного потока становился трудно предсказуемым, мозг создавал особый внутренний сигнал, ориентированный на самое раннее возможное время появления стимула. По сути, нервная система предпочитала готовиться заранее, чтобы минимизировать

риск пропустить потенциально важное событие.

Это открытие показывает, что даже простые двигательные реакции основаны на сложных статистических вычислениях. Мозг не просто реагирует на мир, а непрерывно оценивает вероятности и строит прогнозы, адаптируясь к изменяющимся условиям.

Дополнительным подтверждением роли клеток Пуркинье стали эксперименты по подавлению их активности. Когда исследователи временно нарушали работу этих нейронов, предсказуемое моргание исчезало. Мыши переставали заранее закрывать глаза, хотя ранее уже научились ожидать воздушный поток.

Это свидетельствует о том, что клетки Пуркинье непосредственно участвуют в формировании предсказательного поведения. Вероятно, именно они помогают мозгу сохранять статистическую информацию о времени будущих событий и использовать её для подготовки действий.

Полученные результаты особенно важны для понимания роли мозжечка. Долгое время считалось, что эта область мозга отвечает преимущественно за координацию движений и равновесие. Однако в последние годы нейробиологи всё чаще обнаруживают, что мозжечок участвует и в более сложных когнитивных процессах, включая обучение, внимание, восприятие времени и даже эмоциональную регуляцию.

Новое исследование усиливает представление о мозжечке как о мощной системе предсказательного анализа. Фактически он может работать как специализированный «вычислительный центр», оценивающий вероятности и помогающий организму адаптироваться к нестабильной среде.

Эти открытия могут иметь важные последствия для медицины и искусственного интеллекта. Нарушения предсказательных механизмов мозга связывают с аутизмом, шизофренией, болезнью Паркинсона, тревожными расстройствами и рядом двигательных нарушений. Понимание того, как мозг кодирует неопределённость и прогнозирует события, может помочь в создании новых методов терапии.

Кроме того, подобные механизмы представляют большой интерес для разработки нейросетей и робототехники. Современные системы искусственного интеллекта всё активнее используют вероятностные модели обучения, напоминающие принципы работы биологического мозга.

Исследование также подчёркивает одну из самых удивительных особенностей нервной системы: мозг постоянно пытается опередить реальность.

Вместо того чтобы просто реагировать на происходящее, он строит внутренние модели мира и заранее готовится к возможным событиям.

По сути, каждое движение, каждое решение и даже простое моргание могут быть результатом сложнейших вычислений вероятностей, которые мозг выполняет практически непрерывно и незаметно для сознания.

Ссылка: «Нейронные цепи кодируют предварительные знания о временной статистике» DOI: [10.1038/s41593-026-02255-7](https://doi.org/10.1038/s41593-026-02255-7).