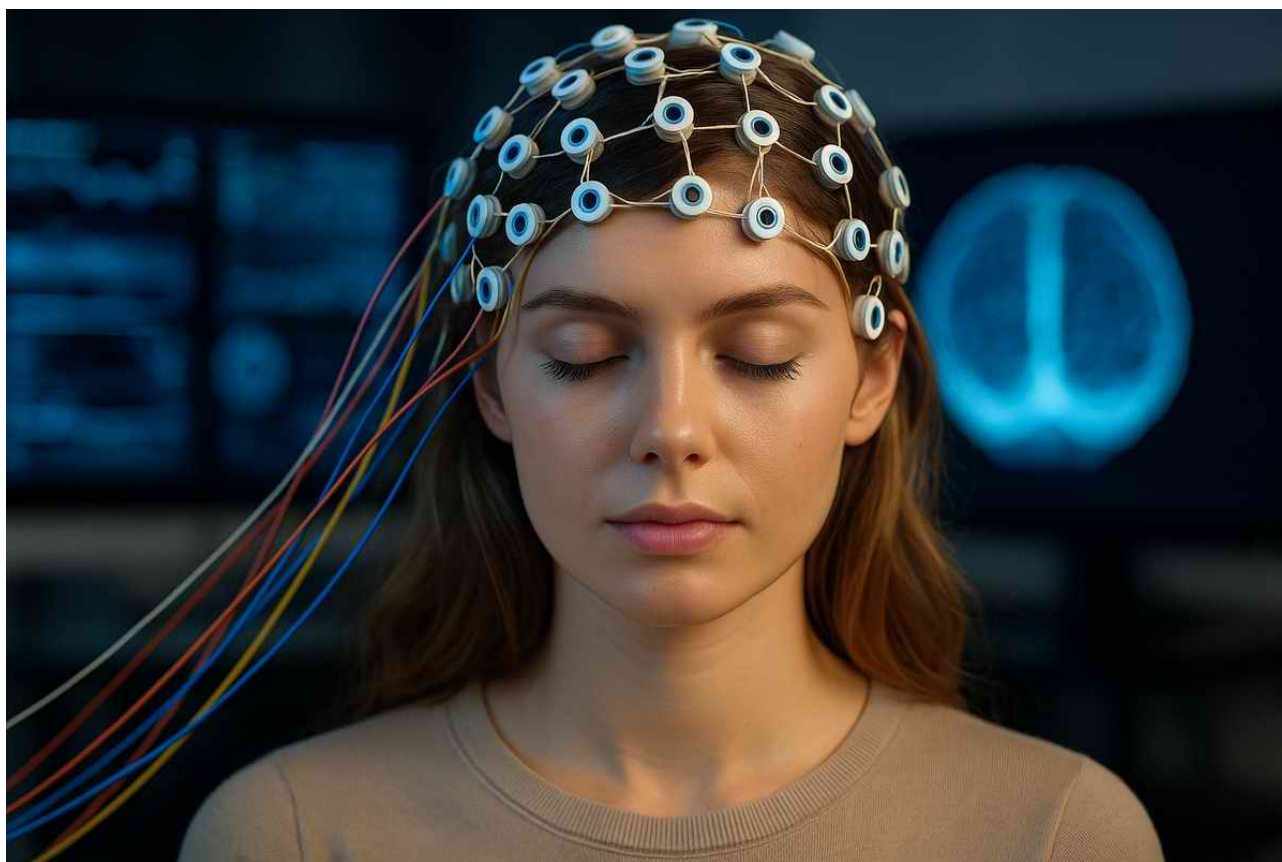


Ученые расшифровали, как гиппокамп кодирует визуальные воспоминания: шаг к чтению памяти



Дата публикации: 28.07.2025

Современная нейронаука всё ближе подбирается к разгадке механизма человеческой памяти. Новое исследование нейрофизиологов показало, что наш мозг обладает системой кодирования визуальных воспоминаний, в которой ключевую роль играет гиппокамп — структура, давно признанная центром памяти. Учёным удалось не только зафиксировать, какие нейроны активируются при попытке вспомнить определённые образы, но и с высокой точностью определить, к какой категории относится воспоминание — по одному только мозговому сигналу.

Во время эксперимента пациентам демонстрировали изображения из пяти тематических групп: животные, растения, здания, транспорт и инструменты. После небольшой паузы участникам предлагалось вспомнить изображение, а исследователи в это время регистрировали активность нейронов гиппокампа с помощью вживлённых электродов, установленных в рамках лечения эпилепсии. Именно в областях CA1 и CA3, ассоциированных с обработкой памяти, удалось зафиксировать ключевые сигналы.

Уникальность исследования заключалась в том, что обработка сигналов велась с помощью интерпретируемой модели машинного обучения. Система состояла из двух уровней: на первом извлекались пиковые характеристики активации нейронов на разных временных шкалах, а второй объединял эти данные для распознавания категории вспоминаемого изображения. Эта настройка позволила точно определить не только содержимое памяти, но и наилучшие временные окна, в которых происходит кодирование.

Одним из главных открытий стало то, что наиболее важной характеристикой сигнала оказалась не его частота, а точное время появления импульса. Даже короткие всплески продолжительностью в несколько десятков миллисекунд оказывались достаточными для того, чтобы закодировать воспоминание на уровне смысловой категории. Классические модели с фиксированным временным шагом показывали худшие результаты, чем гибкие модели с высокой временной разрешающей способностью. Это подчёркивает, что мозг использует тонкую временную структуру активности для кодирования информации — нечто вроде «временной подписи» воспоминания.

Исследование также показало, что хотя лишь 20–30% времени активности отдельных нейронов приходилось на участие в задаче памяти, в целом по популяции активизировалось до 80% нейронов. Это говорит о том, что память — это процесс, который распределяется по многим участкам нейронной сети, но при этом остаётся сжато организованным по времени и пространству.

Применение этих данных в будущем может выйти за рамки фундаментальной науки. На их основе можно разрабатывать нейрокомпьютерные интерфейсы, способные восстанавливать или усиливать память. Например, при лёгких когнитивных нарушениях такие интерфейсы смогут стимулировать нужные участки гиппокампа в нужное время, помогая воссоздавать ослабленные воспоминания. Возможность точного «считывания» сигналов гиппокампа может стать основой для новых типов протезов памяти — устройств, способных дополнять или частично заменять утраченные функции мозга.

Однако исследование имеет свои ограничения. Оно фокусировалось на кратковременной памяти и охватывало лишь пять категорий образов, что даёт лишь фрагмент общего представления. Также остаётся открытым вопрос о долговременной памяти, механизмах забывания, переосмысления и интеграции воспоминаний в более сложные когнитивные структуры. В будущем планируется исследовать, как изменяются паттерны нейронной активности в естественных условиях — при более сложных и многослойных воспоминаниях.

Тем не менее, полученные данные уже сейчас указывают на то, что человеческая память — это не просто хранилище образов, а динамическая

система кодирования и реконструкции информации, в которой задействованы точные пространственно-временные закономерности. С развитием технологий мы приближаемся к возможному «интерфейсу памяти», способному не только восстанавливать забытое, но и помогать в обучении и когнитивной реабилитации.

Ссылка: «Распределенное временное кодирование категорий зрительной памяти в нейронах гиппокампа человека, выявленное с помощью интерпретируемой модели декодирования» DOI: [10.1002/adv.202502047](https://doi.org/10.1002/adv.202502047).