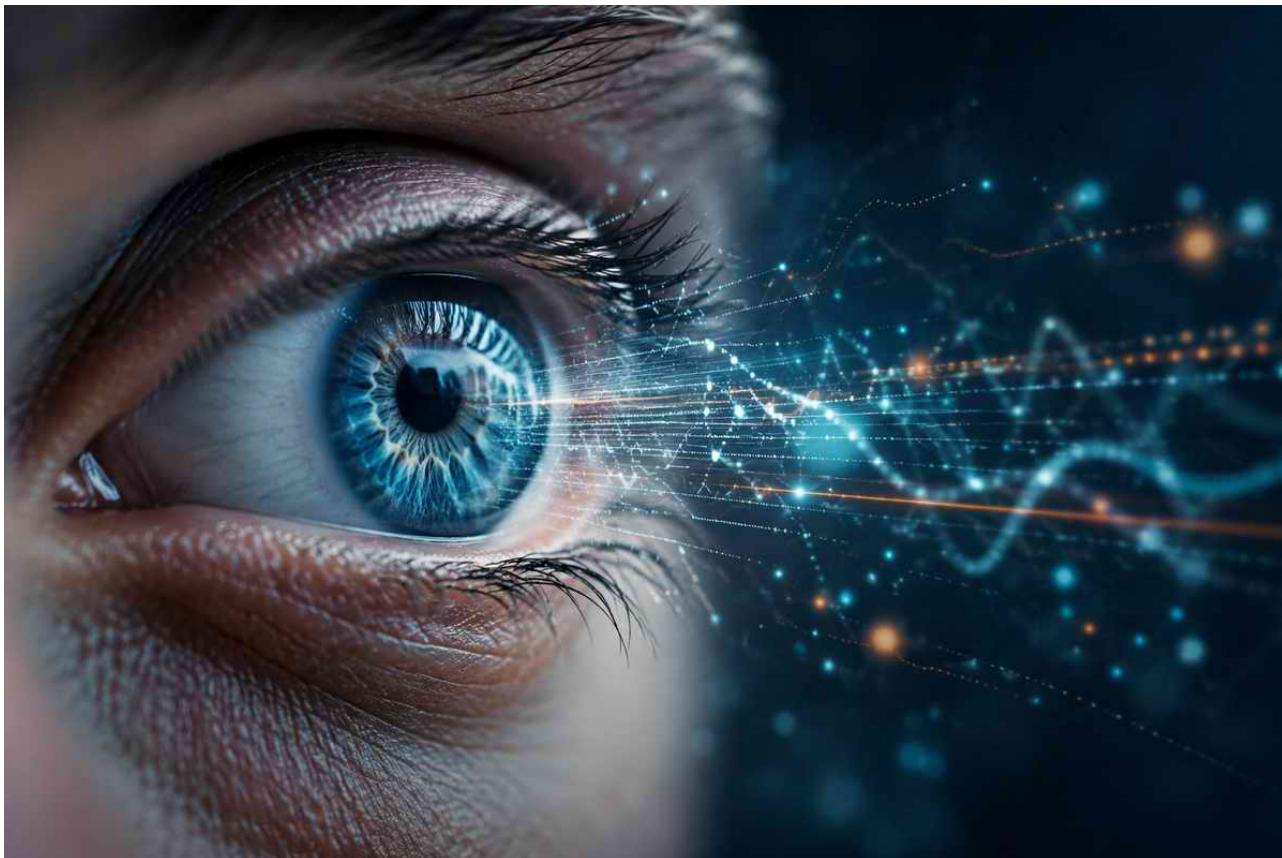


Ваши глаза никогда не стоят на месте: учёные выяснили, почему микродрожание помогает нам видеть



Дата публикации: 11.05.2026

Большинству людей кажется, что во время сосредоточенного взгляда глаза остаются совершенно неподвижными. Однако в действительности человеческое зрение работает совсем иначе. Даже когда мы внимательно смотрим на один объект, наши глаза постоянно совершают крошечные непроизвольные движения. Эти микроскопические смещения настолько малы, что человек их не замечает, но именно они, как показало новое исследование, могут быть одним из ключевых механизмов, позволяющих нам видеть мир чётко и стабильно.

Работа, опубликованная в журнале *Physical Review Research*, предлагает новое объяснение загадочного феномена так называемых фиксационных движений глаз. Учёные пришли к выводу, что эти микродрожания вовсе не являются дефектом моторной системы человека, как предполагалось ранее. Напротив, они могут быть удивительно точно настроенным биологическим механизмом, оптимизирующим работу зрительной системы.

Фиксационные движения глаз возникают постоянно, когда человек пытается удерживать взгляд на одной точке. Они включают микросаккады, дрейфы и едва заметные колебания глазного яблока. Несмотря на минимальную амплитуду, эти движения непрерывно изменяют положение изображения на сетчатке.

На первый взгляд подобная нестабильность кажется странной. Интуитивно можно предположить, что для максимально чёткого зрения глаз должен быть идеально неподвижен. Но физиология человека устроена гораздо сложнее.

Исследователи создали математическую модель ранних этапов зрительной обработки, учитывающую сразу несколько факторов: реакцию сетчатки, нейронную адаптацию, оптическое размытие и уровень визуального шума. Благодаря этому удалось смоделировать, как мельчайшие движения глаз взаимодействуют с изображением, которое видит человек.

Оказалось, что зрительная система находится в очень тонком балансе. Если глаза движутся слишком мало, изображение начинает буквально исчезать из восприятия из-за адаптации нейронов. Сетчатка постепенно перестаёт реагировать на полностью статичную картину. Именно поэтому при специальных экспериментах со стабилизацией изображения неподвижный объект через некоторое время словно растворяется перед глазами.

Если же движения становятся слишком сильными, возникает противоположная проблема — детали начинают размываться. В таком случае мозг теряет способность различать тонкие структуры и контрастные элементы изображения.

Оптимальным оказывается промежуточный режим. Небольшие естественные дрейфы глаз заставляют изображение слегка «мерцать» на сетчатке, постоянно обновляя сигнал для нейронов и предотвращая их адаптацию, но при этом не разрушая детализацию. По сути, человеческое зрение использует управляемую микронестабильность как инструмент повышения чёткости.

Учёные сравнивают этот эффект с просмотром тонкого полосатого узора. Если взгляд будет абсолютно неподвижным, полосы постепенно исчезнут из восприятия. Лёгкое смещение глаз сохраняет различимость рисунка. Но слишком быстрое движение вновь ухудшит картинку и превратит узор в размытое пятно.

Особенно интересно, что естественная скорость фиксационного дрейфа у человека оказалась почти идеально соответствующей параметрам зрительной системы. Исследователи пришли к выводу, что биологический механизм эволюционно «настроен» таким образом, чтобы компенсировать ограничения оптики глаза и особенностей работы нейронов.

Фактически человеческий мозг и глаза работают как единая динамическая система, где даже мельчайшие колебания имеют функциональный смысл. Это ещё один пример того, как эволюция использует физические ограничения организма не как проблему, а как преимущество.

Работа также помогает объяснить старые загадки нейробиологии зрения. Ранее некоторые эксперименты показывали, что небольшие искусственные дрожания изображения неожиданно улучшали способность сетчатки различать сигналы. Другие исследования, напротив, демонстрировали ухудшение зрения при движении изображения. Новая модель впервые объединяет эти противоречивые результаты, показывая, что всё зависит от силы движения, длительности наблюдения и пространственных характеристик изображения.

Исследование затрагивает и фундаментальный вопрос о том, как мозг превращает визуальный мир в непрерывную и стабильную картину. Несмотря на постоянные микродвижения глаз, человек не замечает дрожания окружающей реальности. Мозг автоматически компенсирует эти смещения, создавая ощущение неподвижного мира.

Учёные считают, что подобные механизмы могут оказаться полезными далеко за пределами биологии. Понимание того, как микродвижения улучшают обработку изображения, может помочь в разработке новых систем компьютерного зрения, нейропротезов, VR-устройств и дисплеев с отслеживанием взгляда. Некоторые инженеры уже рассматривают возможность создания камер и алгоритмов, имитирующих постоянные микроскопические движения человеческого глаза.

Кроме того, исследование может оказаться важным для медицины. Изменения фиксационных движений глаз наблюдаются при ряде неврологических заболеваний, включая болезнь Паркинсона, расстройства зрения и некоторые нарушения работы мозга. Более глубокое понимание этих процессов способно привести к созданию новых методов диагностики.

Работа также подчёркивает удивительную особенность человеческого организма: многие процессы, которые кажутся ошибками или несовершенствами, на самом деле являются результатом чрезвычайно точной биологической настройки. В случае зрения именно лёгкая нестабильность помогает человеку видеть окружающий мир чётким и детализированным.

Поэтому каждый раз, когда человеку кажется, что его взгляд абсолютно неподвижен, в действительности глаза продолжают непрерывно дрожать — и именно благодаря этим незаметным движениям мир остаётся резким, ярким и стабильным.

Ссылка: «Информация, движение и адаптация в человеческом зрении» DOI: [10.1103/l4qd-5s7d](https://doi.org/10.1103/l4qd-5s7d).