

Парадоксы бинокулярного зрения



Галина Ивановна Рожкова — главный научный сотрудник лаборатории зрительных систем Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича РАН, доктор биологических наук, профессор, ответственный секретарь журнала «Сенсорные системы», автор более 120 научных работ и ряда изобретений.

Как увидеть дыру в руке

■ ГАЛИНА РОЖКОВА

Мы хотим вас обмануть. А именно — заставить ваши глаза видеть не то, что есть на самом деле. Журнал «Кот Шрёдингера» начинает совместный проект с ИППИ им. А. А. Харкевича РАН, посвящённый оптическим (а может, ещё и акустическим) иллюзиям. Мы не просто расскажем, как достичь того или иного эффекта, но и объясним, почему иллюзия возникла — что произошло в нашем мозгу.

Человек обладает бинокулярным зрением, то есть смотрит на мир двумя глазами. Некоторые особенности бинокулярного восприятия отмечали ещё древние греки. К примеру, Евклид в III веке до нашей эры обратил внимание, что левый и правый глаз видят один и тот же объект немного по-разному, за счёт чего дости-

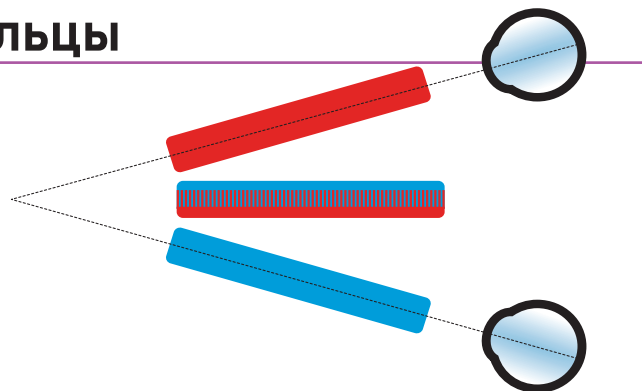
гается ощущение глубины. О свойствах бинокулярного зрения писали многие знаменитые учёные: Гален, Ибн аль-Хайсам, Леонардо да Винчи, Кеплер, Декарт, Ньютон. При этом исследователи нередко наталкивались на эффекты, казавшиеся им парадоксальными. Парадоксы часто бывают полезны. Они заставляют нас усомниться в сложившихся представлениях, осознать их недостатки или неполноту. Попытки их объяснить выводят на новый уровень понимания изучаемой системы.

В бинокулярном восприятии парадоксов много — они присутствуют в ежедневной практике каждого человека с нормальным зрением, хотя заметить их не так легко. Некоторые, впрочем, можно сделать явными без каких-либо мудрёных приспособлений.

Упражнение 1. Фантомные пальцы

Классический эксперимент. Испытуемому показывают два стержня: синий и красный. Один из них расположен примерно вдоль зрительной оси правого глаза, другой — левого. В какой-то момент человек начинает видеть между стержнями фантом — виртуальный третий стержень, который либо непрерывно меняет окраску, либо окрашивается в смешанный цвет.

Аналог этого эксперимента можно провести без всякого стержня — прямо сейчас, сделав перерыв в чтении журнала. Вам понадобятся лишь две руки и два глаза.



Вариант 1. Третий большой палец

1 //

ВЫБЕРИТЕ глазами точку на расстоянии 1–2 метров.

2 //

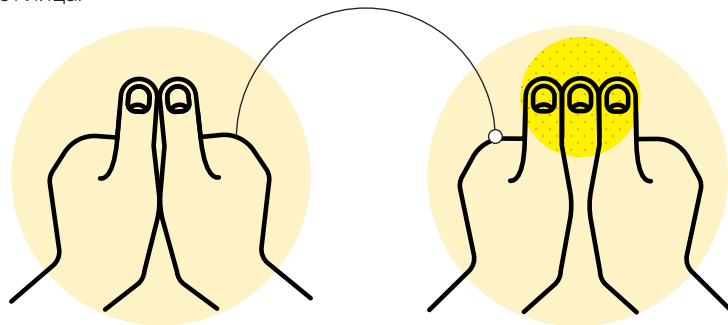
ЗАФИКСИРУЙТЕ ладони с согнутыми пальцами (см. рисунок) в 20–30 сантиметрах от лица.

3 //

ПЕРЕКЛЮЧИТЕ внимание (не переводя взгляд) с удалённого объекта на руки.

4 //

ЖДИТЕ эффекта: между ладонями должен появиться третий большой палец (виртуальный).



Вариант 2. Обрубок

1 //

ВЫБЕРИТЕ глазами удалённую точку, как в предыдущем эксперименте.

2 //

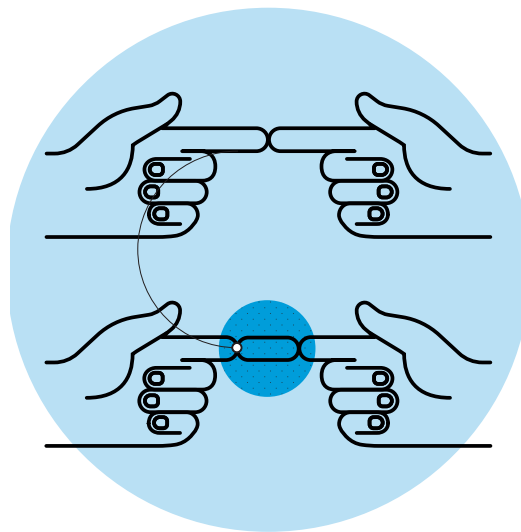
СЛОЖИТЕ пальцы, кроме указательных, как будто вы на что-то указываете. Соедините кончики указательных пальцев (см. рисунок).

3 //

ГЛЯДЯ на удалённый объект, расположите на линии взгляда сведённые кончики указательных пальцев.

4 //

ПЕРЕКЛЮЧИТЕ внимание на руки. У вас есть шанс увидеть странный объект — виртуальный обрубок пальца.



Вариант 3. Ёлочка из пальцев

1 //

НАЙДИТЕ удалённую точку, как в предыдущих опытах.

2 //

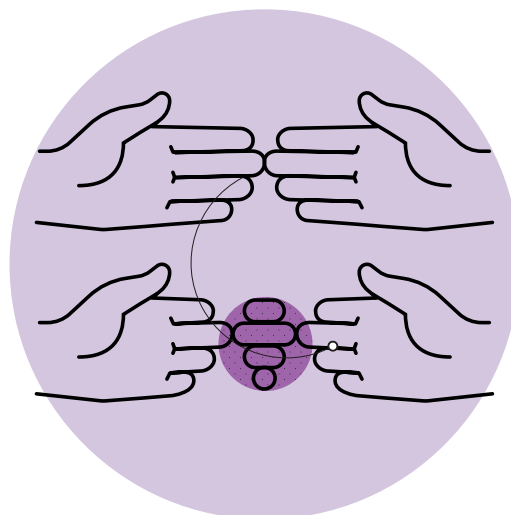
РАЗОЖМИТЕ кулаки.

3 //

ПОВЕРНИТЕ руки ладонями к себе и сомкните их так, чтобы средние пальцы касались друг друга (см. рисунок).

4 //

ПЕРЕКЛЮЧИТЕ внимание с дальнего объекта на руки. По идее, между ладонями должна появиться виртуальная ёлочка из пальцев.

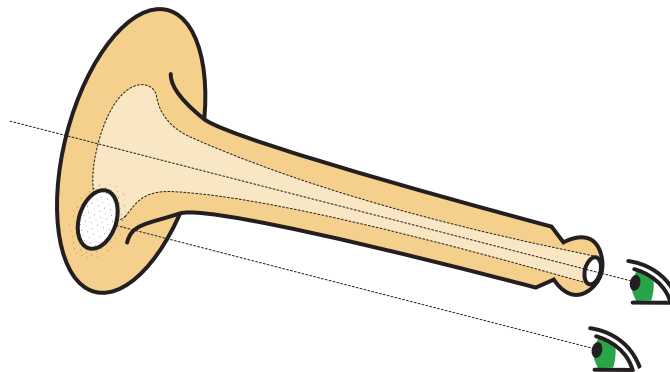


Упражнение 2. Смотрим в трубу

Продолжаем наши эксперименты. В 1901 году А. И. Соколов описал такое явление: «Если при двух открытых глазах поместить стетоскоп узким концом перед одним глазом и смотреть через его отверстие, то наблюдатель видит “дыру” в лопасти стетоскопа».

Стетоскоп — это полая трубка с раструбом, прототип современного фонендоскопа. С его помощью врачи прослушивали дыхание и сердцебиение пациентов. В исследовании бинокулярного восприятия стетоскоп был задействован случайно. Естественно было ожидать, что отверстие будет видно в центре прибора, но оно воспринималось как находящееся сбоку, то есть, как дырка в раструбе.

В это трудно поверить, но схожий результат можно получить, повторив другой опыт, который придумал французский глазной врач Андре-Луи Кантонне. По своей сути он является модификацией опыта со стетоскопом (недаром многие называют его «тестом Соколова»).



Кантонне предложил следующее — одним глазом смотреть в трубку небольшого диаметра, а в поле зрения второго глаза поместить ладонь, приставив её вплотную к трубке. При взгляде вдаль наблюдатель увидит боковую поверхность трубки и виртуальную дыру в ладони, через которую будут просматриваться удалённые предметы.

1

СВЕРНИТЕ в трубку лист бумаги размером, например, А4. Возьмите эту трубку одной рукой и поднесите к одному глазу. Глядите в неё, как в подзорную трубу, на удалённые предметы.

2

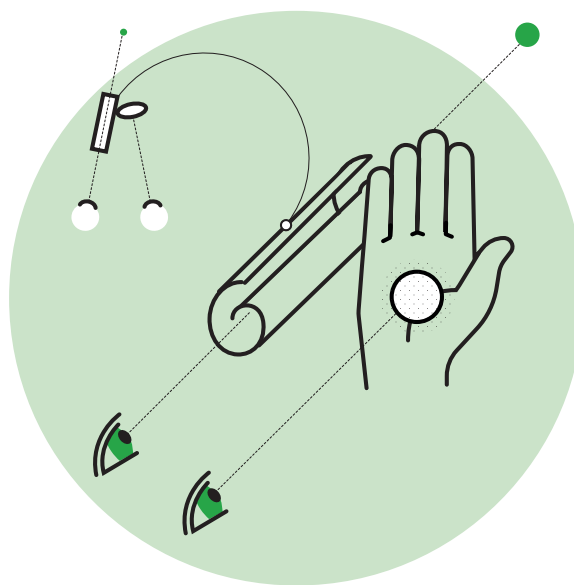
ПРИСТАВЬТЕ ладонь к боковой поверхности трубки у её конца и смотрите прямо на неё вторым глазом.

3

НАБЛЮДАЙТЕ эффект — виртуальную дыру в вашей ладони.

4

ПОДНЕСИТЕ трубку к другому глазу. Повторяем/Повторите действия. Сравните впечатления. Эффект может быть таким же, как в первом случае, или немного другим — зависит от особенностей вашего зрения.



В ЧЁМ ДЕЛО? Когда левый глаз не видит то, что видит правый, и наоборот, мозг как бы накладывает два образа друг на друга по центру и удаляет «мешающие» детали — отсюда и дыра!

Упражнение 3. Перескоки

Приближая объекты к глазам на непривычно близкое расстояние, можно наблюдать, как левый и правый предметы меняются местами.



1

НАРИСУЙТЕ на бумаге (планшете или смартфоне) два круга. На одном напишите слева число «0», на другом справа — «3».

2

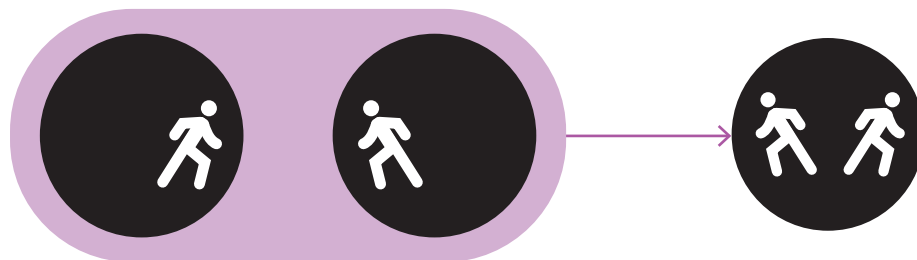
ПОДНЕСИТЕ рисунок к лицу так близко, чтобы левый глаз видел только левый круг, а правый — только правый.

3

НАБЛЮДАЙТЕ эффект: цифры поменялись местами и видны в одном круге.

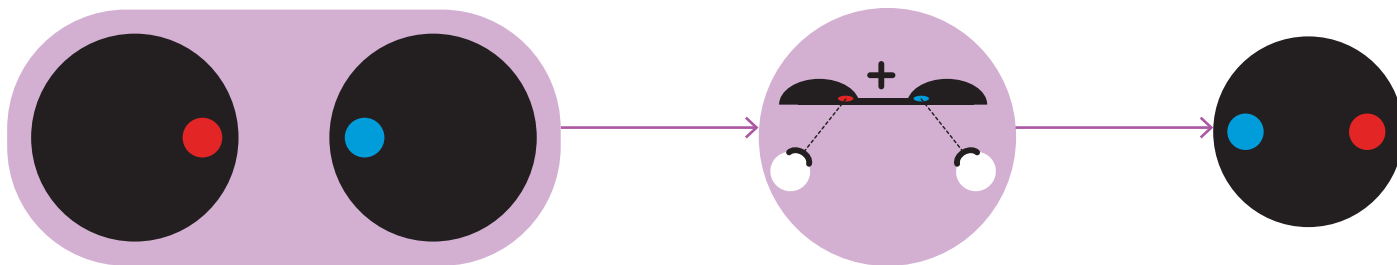
4

ПОВТОРИТЕ этот опыт, заменив цифры на бегущих друг к другу человечков. Ожидаемый эффект: человечки «развернутся» и побегут прочь друг от друга.



В ЧЁМ ПРИЧИНА? При приближении к глазам объекты из центральной зоны поля зрения смещаются к противоположному краю бинокулярного (общего) поля зрения. Левый глаз начинает видеть преимущественно левый серый круг, правый глаз — правый круг, и эти круги сливаются в единый бинокулярный образ, в результате чего цветные

пятна воспринимаются как находящиеся в одном круге и как бы меняются местами. Конечно, это не объяснение эффекта, а лишь комментарий к тому, что вы увидели. Настоящее объяснение требует учёта конкретных параметров и условий эксперимента.

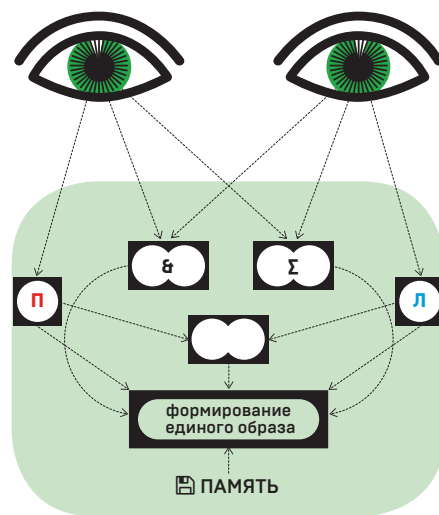


Что это было? Научное объяснение

Многие бинокулярные эффекты, даже относительно простые, долгое время казались необъяснимыми. Сейчас часть из них удаётся объяснить, потому что мы стали лучше понимать строение зрительной системы.

На рисунке схематично показано минимальное число путей, которые нужно учитывать при анализе формирования единого образа.

Это упрощённая схема, в которой не только опущены многие детали, но и совсем отсутствуют связи зрительной системы с глазодвигательной и аккомодационной системами. А они тоже участвуют в зрительном процессе. Назначение схемы — показать, что в формировании видимых образов участвуют как монокулярные каналы (П и Л), каждый из которых связан только с одним глазом, так и несколько бинокулярных, связанных с обоими глазами. При объяснении зрительных иллю-



зий нужно учитывать следующие моменты:

Видимые образы — результат реконструкции и визуализации объектов на основе согласованной деятельности множества механиз-

мов зрительной, глазодвигательной и аккомодационной систем, находящихся в кооперативно-конкурентных отношениях.

Каждый механизм успешно и адекватно работает при определённых условиях, допуская ошибки или отключаясь вне зоны своей компетенции. Но зрительная система обязана выдавать хоть какие-то образы в любых обстоятельствах, потому иногда мы и наблюдаем «ошибки».

Если из-за дефицита информации зрительная система не может сформировать адекватный образ, могут возникать не только иллюзии, но и одновременная визуализация нескольких «решений» либо их бесконечный перебор.

Наблюдаемые феномены во многом зависят от индивидуальных особенностей анатомии, физиологии и жизненного опыта конкретного человека.