

# Зарядка для мозга 2 mA купить онлайн

Нейробиолог Николай Кукушкин испытывает на себе эффекты транскраниальной стимуляции прямым током и объясняет, почему 9 вольт, пропущенные через мозг, сделают вас умнее

Иллюстрации: Денис Коин

Для начала давайте разберемся со всякой скукотенью типа безопасности, этики и научного метода. Транскраниальная стимуляция — не игрушки. Делать ее дома, самому, без надзора врачей ни в коем случае нельзя. Долгосрочные эффекты неизвестны. Исследования противоречивы. Механизм непонятен. Социальные последствия тревожны. Чуть свернешь с накатанной тропинки — а там в кустах сидит усатый Ницше, его любимый сверхчеловек и ватага нейро-наци в боевых электродных шапочках, которым только дай волю — тут же вторгнутся в Польшу. Так говорят нейробиологи. Заратустра им вторит.

Чтобы вы не мучались, я принял удар на себя. Слава богу, купить устройство для транскраниальной стимуляции прямым током (*transcranial direct current stimulation*, или *TDCS*) — дело нехитрое. Были бы руки — можно и смастерить: весь девайс представляет собой девятивольтовую батарейку в аккуратной коробочке, от которой отходит пара липких электродов. Ютьюб просто забит роликами энтузиастов разной степени долбанутости, объясняющими, как с помощью подручных приспособлений пустить два миллиампера электричества прямо в мозг. Набор юного электрика, биошок-версия.

Я купил свой *TDCS Kit* на одноименном сайте за 40 долларов — честно говоря, даже это просто воровство. Для любителей раскошелиться есть варианты подороже: за 90 долларов вы получите устройство с переключателем силы тока (*The Brain Stimulator*), за 300 — профессионально выглядящий чемоданчик с электродными лубрикантами, жидкокристаллическими дисплеями и прочими прибабасами. Стартап *fos.us* предлагает футуристически выглядящую дужку, опоясывающую голову наподобие лаврового венка и оканчивающуюся четырьмя электродами на лбу. Устройство управляется смартфоном и позиционируется как аксессуар для видеоигр: обещать что-то более медицинское компании не имеют права. Первые две партии «Фокусов» разошлись за несколько дней, несмотря на увесистые 249 долларов на ценнике.

## Транскраниальная стимуляция — редчайший случай, когда на сотни исследовательских статей, расписывающих чудодейственные эффекты, нет ни одной, где говорилось бы об эффектах побочных

Изображать какое-то подобие объективности я не стал и пытаюсь. Опыты на себе — та еще наука. Науки хватает и без меня. Транскраниальная стимуляция — редчайший случай, когда на сотни исследовательских статей, расписывающих чудодейственные эффекты, нет ни одной, где говорилось бы об эффектах побочных. Током обрабатывают американских солдат, чтобы лучше стреляли, лечат депрессию и наркозависимость, улучшают моторные навыки и обучаемость, прокачивают память, фокусируют внимание, стимулируют эмпатию. Короче, придумайте любую функцию мозга — почти наверняка найдется ученый, который улучшил ее с помощью транскраниальной стимуляции прямым током.

Распаковав свою невзрачную машинку, я наклеил два электрода на лоб, один — на плечо и включил ток. В глазах мигнуло безболезненно и неярко, как будто где-то за спиной перегорела лампочка. Через несколько секунд кожа под электродами стала слегка чесаться — не больно, но ощутимо.



Я засел за *Lumosity* — это такой онлайн-тренажер для мозга с многочисленными играми, тренирующими разные аспекты умственной деятельности: память, внимание, скорость, переключаемость, вычисления. Мне показалось, что я чувствую повышенную концентрацию — и действительно, игры на внимание шли чуть лучше, чем обычно. Но ничего сногшибательного сотворить не удалось. Посидев полчаса с электродами на голове, я их снял и пошел заниматься своими делами, параллельно включив шаффл в *iTunes*.

Часа через три, поужинав, я стал собираться ко сну. И тут, на середине чистки зубов, я понял с кристальной ясностью, что могу по пунктам воспроизвести полный список песен, предложенный мне за вечер любезным медиаплеером.

## **Мне показалось, что я чувствую повышенную концентрацию — и действительно, игры на внимание шли чуть лучше, чем обычно**

Музыка играла час-полтора. Конечно, всякое может быть — обычно у меня нет установки прокручивать в голове события последних нескольких часов. Но я насторожился. На следующий день я шарахнулся перед работой. Шарахнулся зря, потому что время тянулось как улитка. Зато полдня ловил себя на том, что могу воспроизвести каждый шаг, сделанный с утра.

Но самое интересное произошло, когда я стал экспериментировать с местами прикрепления электродов. Американским военным стимулируют не лоб, а правый висок. Когда я попробовал такую конфигурацию, разница стала очевидной. По телу пробежали не то что мурашки, а эдакая мягкая, теплая дрожь — так бывает, когда с головой окунаешься в какой-то процесс и не видишь ничего, кроме этого процесса. Я снова взялся за *Lumosity*. Память особо не выделялась, внимание слегка улучшилось. Но когда я попробовал игры на скорость, вопросов не осталось.

## **Аксональный бугорок как бы анализирует сигналы от всех синапсов и в определенный момент говорит: всё, убедили, включаемся!**

В этих играх нужно быстро принять простое решение, например соответствует ли показанная карточка предыдущей. Да — одна клавиша, нет — другая. Нужно реагировать как можно быстрее и избегать ошибок.

Я с первого раза побил три рекорда в трех разных играх, организованных по этому принципу. Во всех трех случаях предыдущим рекордам было по несколько месяцев. Мне требовалось несколько секунд, чтобы «влиться» в игру, после чего пальцы как будто барабанили сами, а по телу растекалась все та же дрожь. Хотелось смеяться.

## **Чем страшно электричество**

На первый взгляд, идея прокачивать мозг электротоком довольно идиотская. Во-первых, очень уж напоминает «Болюсы Хуато», ультразвук от всех болезней и прочую рекламную белиберду из 90-х. Во-вторых, звучит довольно опасно. Повышать внимание, пропуская через голову электричество, — это как худеть с помощью самобичевания.



Но в этом последнем опасении, точнее в его опровержении, возможно, кроется разгадка всех магических свойств транскраниальной стимуляции.

Электрический ток — это больно и опасно. Он дергается. Вызывает конвульсии и судороги. Почему? Потому что в организме есть возбудимые клетки: мышечные и нервные. Когда вас бьет током, эти клетки разом возбуждаются — с непредсказуемыми последствиями.

Чтобы понять, как возбуждается нейрон, надо знать два свойства наших клеточных мембран.

Первое: у любой клетки мембрана немножко заряжена. Изнутри она чуть более отрицательная, чем снаружи: для нервной клетки разность потенциалов составляет 65 милливольт.

Второе свойство: изнутри мембраны всегда мало натрия, а снаружи — всегда много. Если открыть канал, по которому натрий сможет свободно передвигаться через клеточную мембрану, то он устремится внутрь клетки мощной струей — как будто под давлением.

Натрий — положительно заряженный ион. Его много снаружи.

А заряд внутри клетки отрицательный. Струя натрия, направленная внутрь клетки, обнуляет отрицательный заряд ее мембраны в районе струи — те самые 65 милливольт в отдельно взятой точке падают почти до нуля. Клетка умеет потенциал восстанавливать, но на это требуется время.

Итак, в покое мембрана заряжена, и этот заряд на отдельно взятом участке можно обнулить, если открыть шлюз для натрия. Встречайте самое главное изобретение нервной клетки: потенциал-зависимый натриевый канал. Этот канал как раз и является шлюзом: он может открываться и закрываться. Но интереснее всего, чем этот шлюз управляется: главное свойство потенциал-зависимого натриевого канала заключается в том, что открывается он только тогда, когда мембрана уже частично разряжена. То есть разряжающий мембрану канал открывается разряжением мембраны.



## Нейрон превращает входящий аналоговый сигнал в исходящий цифровой. Это главное свойство нервной клетки, позволяющее ей перерабатывать информацию

Представьте, что в одной из точек на поверхности нервной клетки сконцентрировано огромное количество потенциал-зависимых натриевых каналов. Представьте, что один из них открылся (почему это произошло, станет понятно чуть позже). Открывшийся канал запускает в клетку струю положительно заряженного натрия и разряжает мембрану в определенной точке. Но в этой точке натянута куча таких же каналов, которые улавливают разряжение и открываются сами, запуская еще больше натрия в клетку, а тот открывает еще больше каналов, что разряжает мембрану еще сильнее, и т. д. Разряжение нейрона становится взрывным, и сигнал волной распространяется по всей клетке. Такую волну уже не остановить: она либо есть, либо нет.

Почему раскрылся самый первый натриевый канал, вызывающий цепную реакцию возбуждения? Тоже из-за разрядки мембраны. Но очень слабой. Начинается она в синапсах — контактах нейрона с другими клетками. Возбуждение пришло из соседнего нейрона. Этот соседний нейрон специальными молекулами — нейромедиаторами — передал нашему нейрону сигнал о том, как его плющит. Сигнал вызвал небольшую разрядку мембраны в синапсе.

Одного сигнала от соседа недостаточно, чтобы наш нейрон на него отреагировал. Некоторым нейронам для возбуждения нужна одновременная стимуляция в десятках и даже сотнях синапсов. Но небольшие сигналы, вызываемые нейронами-соседями, имеют свойство накапливаться.





Если методично и быстро долбить по синапсу возбуждением, то маленькие толчки разрядки начнут расползаться по мембране в разные стороны. В какой-то момент положительный заряд доползет до участка клетки, называемого «аксональным бугорком».

Весь трюк заключается в том, что аксональный бугорок — это и есть точка особенно плотного скопления потенциал-зависимых натриевых каналов, где небольшая исходная разрядка может вызвать взрывной сигнал. В результате медленно растекающийся из синапса положительный заряд мембраны вызывает в аксональном бугорке мощный сигнал, который «поджигает» всю клетку и в первую очередь начинающийся неподалеку аксон — отросток, по которому сигнал передается дальше, другим клеткам. Аксональный бугорок как бы анализирует сигналы от всех синапсов и в определенный момент говорит: всё, убедили, включаемся!

Вернемся к электрическому току. Если воткнуть пальцы в розетку, то мощный электрический заряд пронесется по слабым мембранным потенциалам как торнадо. Все, что может разрядиться, разряжается, все, что может возбудиться, возбуждается. Нейроны «загораются» беспорядочно и повсюду. Вся информация, перерабатываемая нежными мембранами, оказывается погребенной под этой лавиной. Именно поэтому мы и боимся электричества. Опасная штука.

## Теплый аналоговый мозг

Как же в таком случае транскраниальная стимуляция может приводить к каким-то положительным результатам? Дело в том, что ток, который в ней используется, является слишком слабым, чтобы возбудить нейроны, но достаточным, чтобы подействовать на синапсы.

На входе нейрона — в синапсах — сигнал накапливается постепенно. На выходе — в аксональном бугорке и в аксоне — он либо есть, либо его нет. Таким образом, нейрон превращает входящий аналоговый сигнал в исходящий цифровой. Это, пожалуй, самое главное свойство нервной клетки, позволяющее ей перерабатывать информацию.

Если бы каждый сигнал в синапсе вызывал возбуждение, то нейроны были бы просто каналами передачи возбуждения. Так происходит у примитивных беспозвоночных. Но у нас нейроны не просто передают эстафету возбуждения — каждый из них получает сигналы от тысяч других и отдает их тоже тысячам. От того, в каких комбинациях и с какой частотой клетка получает входящие сигналы, зависит ее включение или выключение. Это открывает вычислительные возможности, по сравнению с которыми транзисторы в современных компьютерах выглядят в лучшем случае счетами.

## Разрядка синапсов — это главный механизм запоминания, обучения и вообще всего хорошего, что происходит у нас в мозгу

Сильный ток — 220 вольт в розетке — действует на «цифровую» часть мозга. То есть случайным образом включает попадающие в него нервные клетки. Слабый ток действует на «аналоговую» часть и генерирует слабые токи в синапсах. Целый нейрон нельзя «немножко разрядить». Синапс — можно. И вот тут, по всей видимости, собака и зарыта. Разрядка синапсов — это главный механизм запоминания, обучения и вообще всего хорошего, что происходит у нас в мозгу.

В основе памяти лежит усиление синапсов. Нейрон скорее передаст свое возбуждение тем нейронам, с которыми у него установлены тесные связи. Память — это по сути и есть тесная связь нейронов. Синапсы «усиливаются», если их использовать. То есть если их активно стимулировать. То есть если их мембрану часто и как можно сильнее разряжать. Именно этому, похоже, и спо-



собствует транскраниальная стимуляция. Она как бы повышает «фоновую разрядку» и тем самым делает нервные клетки более открытыми для усвоения новой информации и шлифовки правильных связей. Если в норме для запоминания нужно простимулировать клетку, скажем, 1000 раз, то на фоне транскраниальной стимуляции на это может потребоваться всего 500 импульсов.

Такая модель теоретически может объяснить все чудодейственные свойства транскраниальной стимуляции.

Говорят, что она возвращает мозг в «детское» состояние — у детей синапсы и впрямь гораздо более лабильны: они легко усиливаются, но при этом легко ослабляются.

Говорят, что стимуляция не делает умнее, а только открывает для этого возможности — что логично, потому что на сигналы между самими нейронами слабый ток не влияет.

Говорят, что метод хорошо подходит для реабилитации после инсульта и даже при болезни Паркинсона — действительно, в этих ситуациях нейронам приходится заново наращивать синапсы, а делается это, как мы установили, планомерной разрядкой.

Но больше всего, конечно, говорят о том, как это страшно — подключать к голове батарейку. О том, как богатенькие школьники с *Google Glass* и транскраниальными стимуляторами будут притеснять бедных товарищей, вынужденных довольствоваться, о боже, учебниками. О том, что делать здоровых здоровее, а умных умнее — опасная и неизведанная тропа. Страшно, в общем, нейробиологам создавать уберменша.

И вот тут, напоследок, самое смешное. Знаете, как зовут человека, открывшего целительные свойства черепного электротока? Майкл Ницше. Пишется, правда, по-другому. **M**