

Размер мозга

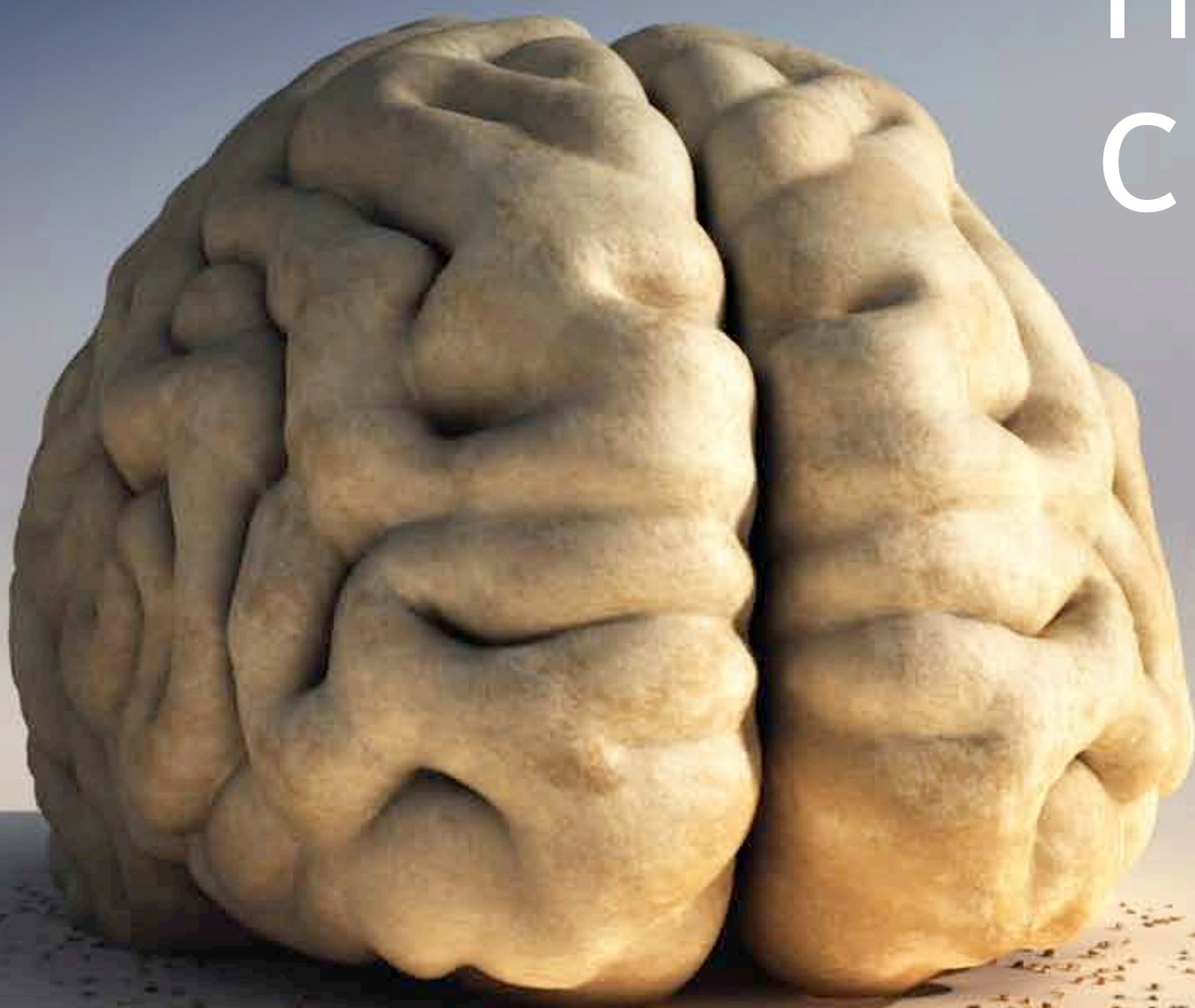
и

интеллект

никак не
связаны

Почему мозг нельзя
использовать на 5%
и другие мифы

Текст: Надежда Маркина



Мозг человека — принципы его работы, возможности, пределы физиологической и психической нагрузки — продолжают оставаться для исследователей одной большой загадкой. Несмотря на все успехи в его изучении, объяснить, как мы мыслим, понять механизмы сознания и самосознания ученые пока не в состоянии. Накопленных знаний о работе мозга, впрочем, достаточно, чтобы опровергнуть некоторые распространенные мифы о нем. Что ученые и сделали специально для «Деталей мира».



«Если бы мозг был настолько простым, чтобы его можно было познать, он был бы не способен это сделать».

Лайелл Уотсон,
биолог и писатель

ДРЕВНИЕ ЛЮДИ БЫЛИ УМНЕЕ НАС?

Средний объем мозга современного человека — около 1400 кубических сантиметров, это довольно большая величина для наших размеров тела. Большой мозг человек отрастил себе в ходе эволюции — антропогенеза. Наши обезьяноподобные предки, не имевшие больших когтей и зубов, спустившись с деревьев и перейдя к жизни на открытых пространствах, стали развивать мозг. Хотя это развитие не сразу пошло быстро — у австралопитеков объем мозга (около 500 кубических сантиметров) практически не менялся шесть миллионов лет. Скачок в его увеличении произошел два с половиной миллиона лет назад. У ранних *Homo sapiens* мозг уже значительно вырос — у *Homo erectus* (Человека прямоходящего) его объем составляет от 900 до 1200 кубических сантиме-

тров (это перекрывается диапазоном мозга современного человека). У неандертальцев мозг был уже очень большим — 1400–1740 кубических сантиметров, что в среднем больше, чем у нас. Ранние *Homo sapiens* на территории Европы — кроманьонцы — просто заткнул нас за пояс своим мозгом: 1600–1800 кубических сантиметров (правда, кроманьонцы были высокими — 180–190 сантиметров, а антропологи находят прямую связь между размером мозга и ростом).

Мозг в эволюции человека не только увеличивался, но и менялся по соотношению разных частей. Палеоантропологи исследуют мозг ископаемых гоминид по отливке из черепа — эндокрану, который показывает относительный размер долей. Быстрее всего развивалась лобная доля, что связано с мышлением, сознанием, появлением речи (зона Брока). Развитие теменной доли сопровождалось





совершенствованием чувствительности, синтеза информации от разных органов чувств и тонкой моторики пальцев рук. Височная доля поддерживала развитие слуха, обеспечивающего звуковую речь (зона Вернике). Так, например, у эректусов мозг вырос в ширину, увеличилась затылочная доля и мозжечок, но лобная доля оставалась низкой и узкой. И у неандертальцев в их очень большом мозге лобная и теменная доля были развиты относительно слабо (по сравнению с затылочной). У кроманьонцев мозг стал значительно выше (за счет увеличения лобных и теменных долей) и приобрел сферическую форму.

Итак, мозг наших предков рос и рос, но, что парадоксально, около 20 тысяч лет назад началась обратная тенденция: мозг стал постепенно уменьшаться. Так что у современных людей средний размер мозга меньше, чем у неандертальцев и кроманьонцев. В чем причина?



КТО УМНЕЕ? МНЕНИЕ АНТРОПОЛОГА

«Детали мира» отвечает антрополог Станислав Дробышевский (доцент кафедры антропологии биологического факультета МГУ): «На этот вопрос есть два ответа: один всем нравится, другой верный. Первый таков, что размер мозга прямо не связан с интеллектом, и у неандертальцев и кроманьонцев строение было попроще, чем у нас, но техническая недоделанность компенсировалась большими размерами, и то якобы не полностью. В действительности же про нейронную структуру мозга древних людей мы совершенно ничего не знаем, так что такой ответ — полная спекуляция, утешающая самомнение современных людей. Второй ответ более реален: древние люди были умнее. Они должны были решать кучу задач на выживание, причем думать очень быстро, в отличие от нас, которым все преподносится на блюде с голубой каемочкой, да еще в разжеванном виде, да и торопиться никуда не надо. Древние люди были универсалами — каждый хранил в голове полный набор информации, необходимый для выживания во всех ситуациях, плюс должна была быть способность реактивно соображать в непредвиденных ситуациях. У нас же есть специализация: каждый знает махонький кусочек своей информации, а в случае чего — «обратитесь к специалисту».





МОЗГ НЕАНДЕРТАЛЬЦА ОТЛИЧАЕТСЯ ОТ НАШЕГО ВСЕГО ОДНОЙ ФАЗОЙ РАЗВИТИЯ

Находки неандертальских детей дают возможность проследить, как развивался их большой мозг. Ученые из Института эволюционной антропологии в Лейпциге Общества Макса Планка вместе с французскими коллегами сделали реконструкцию сравнительного развития мозга неандертальца и *Homo sapiens*. Сначала ученые провели компьютерную томографию черепа 58 современным людям. А затем сделали то же самое, положив в томограф черепа девяти неандертальцев разного возраста.

Хотя по размеру череп неандертальца не меньше нашего, по форме они существенно различаются. Но у новорожденных обоих видов мозговая коробка по форме почти не

отличается — у неандертальского младенца она совсем чуть-чуть более вытянута. А дальше пути развития расходятся. У современного человека в период от отсутствия зубов до неполного набора резцов меняется не только размер, но и форма мозговой коробки — она становится более шарообразной. А затем увеличивается только в размере, а по форме почти не меняется. Биологи решили, что это ключевой процесс мозгового формообразования, который отсутствует у неандертальцев. Форма черепа их новорожденных, подростков и взрослых почти не различается. Итого разница — в одной критической стадии сразу после рождения. Вероятно, считают ученые, такое заметное изменение формы сопровождается преобразованием внутреннего строения мозга и развитием нейронной сети, что создает условия для развития интеллекта. Статью о развитии мозга разных видов человека ученые опубликовали в журнале *Current Biology*.

КТО УМНЕЕ? МНЕНИЕ НЕЙРОБИОЛОГА

Своим мнением с «Деталими мира» поделился Сергей Савельев, заведующий лабораторией развития нервной системы Института морфологии человека РАН: «Это связано с тем, что в популяции людей действует искусственный отбор, направленный на то, чтобы понизить индивидуальную изменчивость и направленно отбирать высокосоциализированных посредственностей. А слишком умных и асоциальных особей уничтожать. Такое общество более управляемо, состоит из более предсказуемых людей, что всегда выгодно. Во все времена общество жертвовало возбудителями спокойствия в пользу неконфликтности и стабильности. Раньше их просто съедали, а позже — изгоняли из сообщества. Именно из-за этого, с моей точки зрения, из-за миграции самых умных изгоев, и началось расселение человечества. А в оседлых, консервативных и более социализированных группах шел скрытый отбор на закрепление неких наиболее удобных и благоприятных для поддержания сообщества свойств поведения. Отбор по поведению повлек за собой уменьшение мозга».

МИФ 1

ЧЕМ БОЛЬШЕ МОЗГ, ТЕМ ОН УМНЕЕ

Размеры мозга довольно сильно различаются и среди современных людей. Так, известно, что у Ивана Тургенева мозг весил 2012 грамм, а у Анатоля Франса почти на целый килограмм меньше — 1017 грамм. Но это совершенно не означает, что Тургенев был в два раза умнее Анатоля Франса. Более того, зарегистриро-



вано, что обладатель самого тяжелого мозга — 2900 грамм — был умственно отсталым.

Так как самая важная часть мозга — это нервные клетки, или нейроны (они образуют серое вещество), то можно предположить, что чем больше мозг, тем больше в нем нейронов. А чем больше нейронов, тем лучше они работают. Но в мозге есть не только нейроны, но и глиальные клетки (они выполняют опорную функцию, направляют миграцию нейронов, снабжают их питательными веществами, а по последним данным — и участвуют в информационных процессах). Кроме того, часть массы мозга образована белым веществом, которое состоит из проводящих волокон. То есть связь между размером мозга и количеством нейронов есть, но не прямая. А связи между размером мозга и интеллектом, очевидно, нет вообще.

МИФ 2**НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ
НЕ ВОССТАНАВЛИ-
ВАЮТСЯ**

Так как нейроны не делятся, долгое время считалось, что образование новых нервных клеток происходит только в эмбриональном развитии. То, что это не так, ученые обнаружили еще несколько лет назад. Выяснилось, что в мозге взрослых лабораторных крыс и мышей есть зоны, в которых происходит рождение новых нейронов — нейрогенез. Их источник — стволовые клетки нервной ткани (нейральные стволовые клетки). Позднее было найдено, что и у человека есть такие зоны. Исследования показали, что новые нейроны активно отращивают контакты с другими клетками и включаются в процессы обучения и памяти. Повторим: у взрослых животных и людей.

Дальше ученые стали изучать, какие внешние факторы могут оказывать влияние на рождение нейронов. И выяснилось, что нейрогенез усиливается при интенсивном обучении, при обогащении условий среды и при физической активности. А самым сильным фактором, тормозящим нейрогенез, оказался стресс. Ну, и с возрастом этот процесс все же замедляется. То, что верно для лабораторных животных, в данном случае можно полностью перенести на человека. Тем более наблюдения и исследования на людях это подтверждают. То есть чтобы усилить образование новых нервных клеток, нужно тренировать мозг, обучаться новым навыкам, запоминать больше информации, разнообразить свою жизнь новыми впечатлениями и вести физически активный образ жизни. В пожилом возрасте это приводит к такому же эффекту, что и в молодые годы. А вот стресс для рождения новых нейронов губителен.

**МОЗГ МОЖНО
«НАКАЧАТЬ»
НА БЕГОВОЙ
ДОРОЖКЕ**

Исследование, проведенное международной группой ученых и опубликованное в журнале PNAS, показало, что аэробные упражнения (занятия на беговой дорожке) в пожилом возрасте наращивают гиппокамп — область мозга, которая очень важна для памяти и пространственного обучения. Его объем определяли в магнитно-резонансном томографе. Считается, что с возрастом гиппокамп уменьшается со скоростью 1-2% в год. Специалисты считают, что такая атрофия гиппокампа напрямую связана с возрастным ослаблением памяти. Так вот, у пожилых испытуемых, которые в течение года занимались на беговой дорожке, объем гиппокампа не только не уменьшился, а даже увеличился, а также улучшилась пространственная память по сравнению с контрольной группой. Причина — опять же в стимуляции образования новых нейронов.



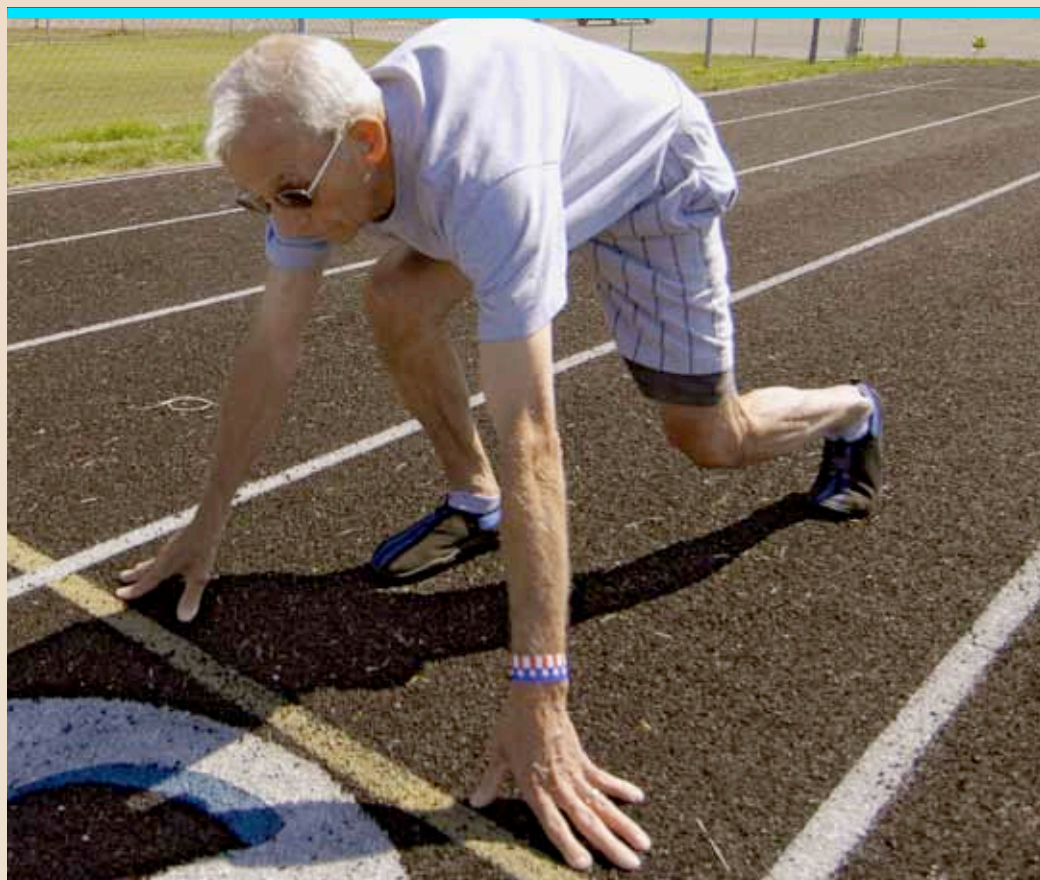
ТРЕНАЖЕРНЫЙ ЗАЛ ДЛЯ МЫШЕЙ

Нейрофизиологи из Тайваня (National Cheng Kung University Medical College) работали с мышами разных возрастов —

молодыми (3 месяца), взрослыми (7 месяцев), раннего среднего возраста (9 месяцев), среднего возраста (13 месяцев) и старыми (24 месяца). Ежедневную физическую активность зверушки получали посредством тренировок в колесе, каждый день по часу. После пяти недель тренировок ученые изучили, какие изменения произошли в их мозге по сравнению с «неспортивными» грызунами, которые все это время просто сидели в клетках. При помощи специального окрашивания

подсчитывали число делящихся клеток, созревающих нейрональных клеток и зрелых нейронов в гиппокампе. В первых, исследователи убедились, что с возрастом нейрогенез снижался. Число вновь образовавшихся нервных клеток у мышей среднего возраста составляло всего лишь около 5% от количества новых нейронов у молодых мышей. Но пять недель усиленных физических упражнений сыграли свою роль: скорость появления новых нейронов у «спортивных» мышей средне-

го возраста по сравнению с «неспортивными» удвоилась. Разбираясь в механизмах, ученые установили, что упражнения повысили содержание белка — нейротрофического фактора, который стимулирует деление и дифференцировку нейрональных клеток. То, что верно для мышей, в данном случае верно и для человека, утверждают авторы статьи в Nature. Так что физическая активность в среднем и пожилом возрасте дает неплохой шанс надолго сохранить мозг здоровым.



СТРЕСС ПОВРЕЖДАЕТ МОЗГ, ИНТЕРЕСНАЯ ЖИЗНЬ — ВОССТАНАВЛИВАЕТ

Стресс в детстве особенно вреден для мозга. Его последствия сказываются на психике, поведении и интеллектуальных способностях взрослого человека. Но есть способ компенсировать губительное воздействие раннего стресса. Как показали на лабораторных крысах израильские ученые, помочь можно, если обогатить среду обитания пострадавшего. Стресс разрушает мозг посредством гормонов, к которым относятся кортикостероиды, вырабатываемые в надпочечниках, а также гормоны гипофиза и щитовидной железы. Повышенный их уровень вызывает изменения в дендритах — коротких отростках нейронов, снижает синаптическую

пластичность, особенно в гиппокампе, замедляет образование новых нервных клеток в зубчатой извилине гиппокампа и прочее. Такие нарушения в период развития головного мозга не проходят бесследно.

Специалисты из Института изучения нейробиологии эмоций (Institute for the Study of Affective Neuroscience) Университета Хайфы разделили лабораторных крыс на три группы. Одну в юном возрасте подвергли трехдневному стрессу, вторую после стресса поместили в обогащенную среду, третью оставили в качестве контрольной. Крыс, которым выпало пожить в обогащенной среде, переселяли в большую клетку, где было множество интересных предметов: пластиковые коробки, цилиндры, туннели, платформы и колеса для бега.

При тестировании крысы из стрессовой группы демонстрировали повышенный страх и сниженную любознательность и хуже обучались. У них была снижена мотивация к исследованию новой среды, что можно сравнить с потерей интереса к жизни, которая часто случается у человека в состоянии депрессии. Но пребывание в обогащенной среде компенсировало все вызванные стрессом нарушения поведения.

Ученые предполагают, что обогащение среды защищает мозг от стресса по нескольким причинам: стимулирует выработку белков — факторов роста нервов, активирует нейромедиаторные системы и благоприятствует образованию новых нервных клеток. Результаты они опубликовали в журнале PLoS ONE. Самое прямое отношение эти результаты имеют к детям-сиротам, раннее детство которых прошло в детдоме. Только интересная и насыщенная жизнь, которую постараются создать им усыновители, поможет сгладить тяжелый жизненный опыт.

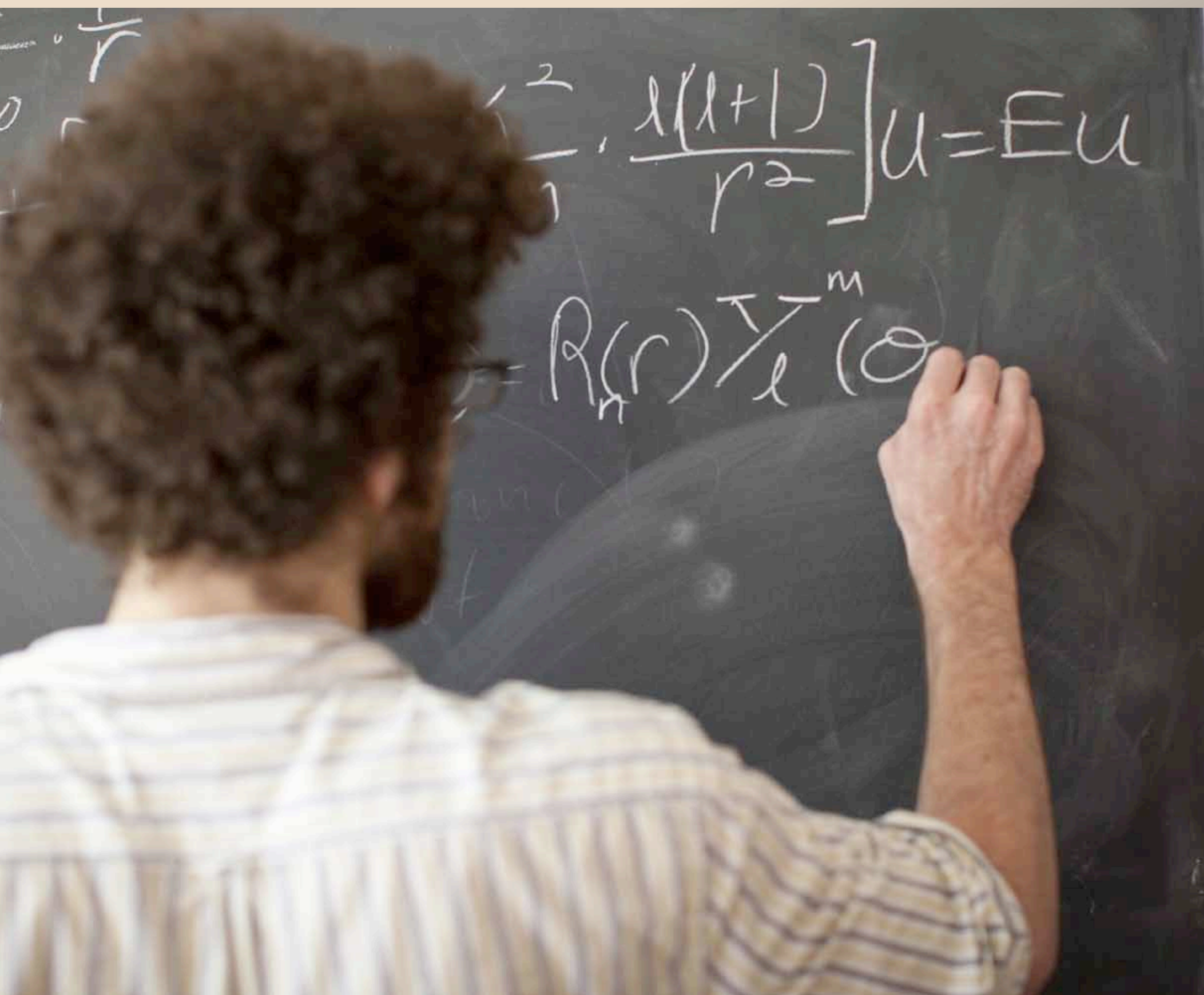
МИФ 3

МОЗГ ЧЕЛОВЕКА РАБОТАЕТ НА 10/6/5/2%

Это представление до недавнего времени было очень распространено. Обычно его приводили в обоснование того, что мозг имеет скрытый потенциал, который мы не используем. Но современные методы исследований не подтверждают этот тезис. «Оно возникло от того, что когда научились регистрировать электрическую активность отдельных нейронов, оказалось, что из всех нейронов в точке

измерения в каждый момент времени активны очень немногие», — говорит Ольга Сварник, руководитель лаборатории системной нейрофизиологии и нейронных интерфейсов НБИК-центра РНЦ «Курчатовский институт». Нейронов в мозге около 10^{12} (цифра все время уточняется), и они очень специализированы: одни электрически активны во время ходьбы, другие — во время решения математической задачи, третьи — во время любовного свидания и пр. Трудно себе представить, что будет, если они вдруг решат заработать одновременно! «Точно так же, как мы не в состоянии реализовывать весь наш опыт в одно и то же время,





то есть не можем одновременно вести машину, прыгать со скакалкой, читать и прочее, — объясняет Ольга Сварник «Деталю мира», — так же и все наши нервные клетки не могут и не должны быть активны одновременно. Но это вовсе не означает, что мы не используем мозг на сто процентов».

«Это придумали те психологи, которые сами используют мозг на два процента, — категорично утверждает Сергей Савельев в беседе с корреспондентом «Деталей мира». — Мозг

можно использовать только полностью, в нем ничего нельзя отключить. По физиологическим законам мозг не может работать меньше чем наполовину, поскольку даже когда мы не думаем, в нейронах поддерживается постоянный метаболизм. А когда человек начинает интенсивно работать головой, решать какие-то проблемы, мозг начинает потреблять энергии почти в два раза больше. Все остальное — выдумки. И никакие мозги нельзя так натренировать, чтобы интенсифицировать их работу в десять раз».

МОЗГ — ОЧЕНЬ ЭНЕРГОЗАТРАТНЫЙ ОРГАН

Ученые давно подсчитали: интенсивно работающий мозг человека потребляет четверть ресурсов всего организма. А в состоянии покоя — 10% энергии организма. При этом масса мозга составляет всего 2% массы тела.

МИФ 4

ЗА КАЖДОЕ
ДЕЙСТВИЕ ОТВЕЧАЕТ
СВОЯ ЧАСТЬ МОЗГА

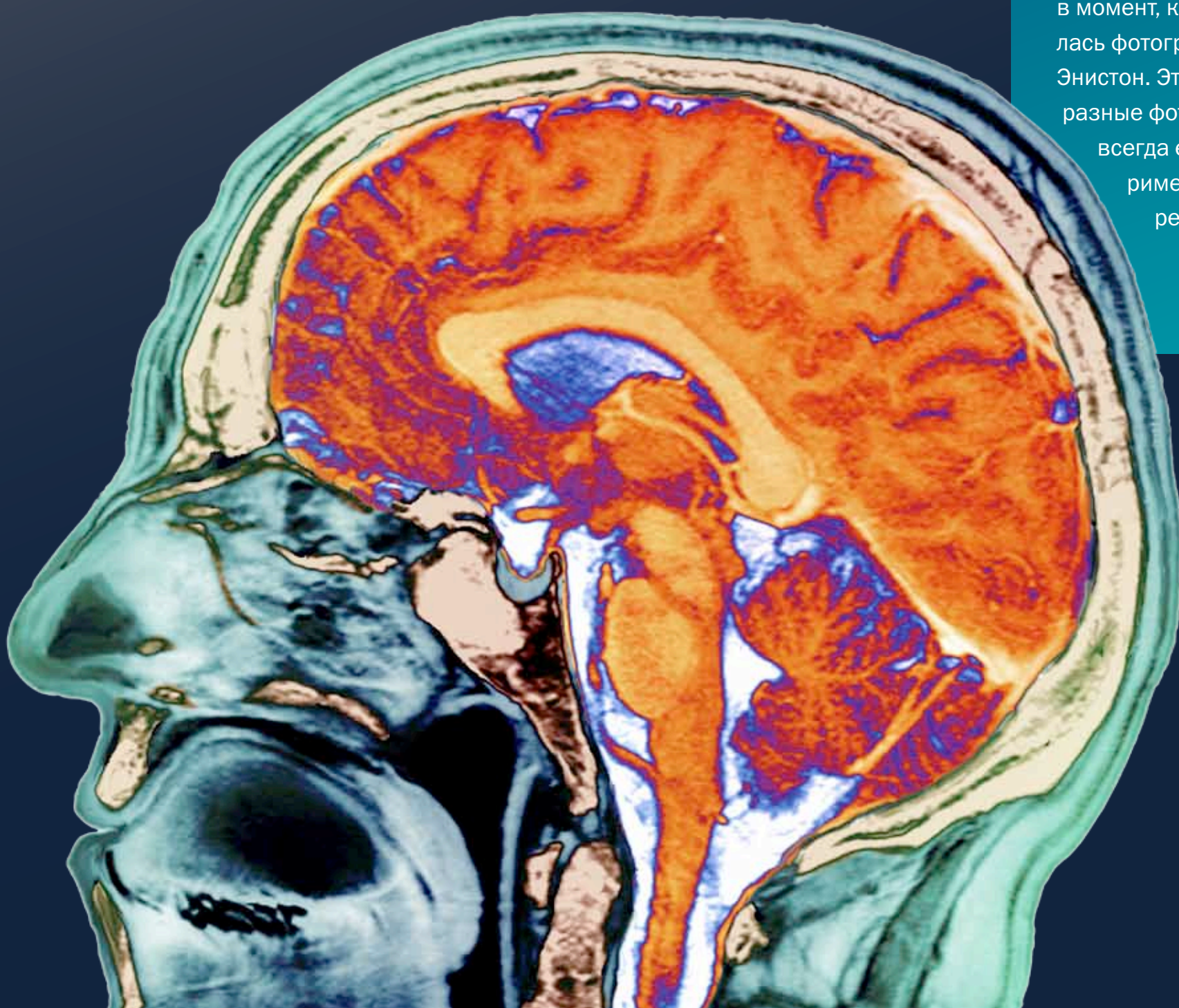
Действительно, в коре полушарий мозга человека нейробиологи выделяют зоны, связанные со всеми органами чувств: зрением, слухом, обонянием, осязанием, вкусом, а также ассоциативные зоны, где обрабатывается и синтезируется информация. А магнитно-резонансная томография (МРТ) регистрирует активность тех или иных областей во время разных видов деятельности. Но карта мозга не абсолютна, и появляется все больше доказательств, что все устроено намного сложнее. Например, в процесс речи вовлечены не только известные зона Брока и зона Вернике, но и другие части мозга. А мозжечок, который все время связывали с координацией движений, участвует в самых разных

видах мозговой деятельности. С вопросом, есть ли в мозге специализация, «Детали мира» обратились к Ольге Сварник: «В мозге есть специализация на уровне нейронов, и она достаточно постоянна, — ответила специалист. — Но выделить специализацию на уровне структур сложнее, потому что совершенно разные нейроны могут лежать рядом. Можно говорить о скоплении нейронов, типа колонок, можно говорить о сегментах нейронов, активирующихся в один и тот же момент, но невозможно реально выделить какие-то крупные области, которые принято выделять. МРТ отражает активность кровотока, но не работу отдельных нейронов. Наверное, по картинкам, которые получают по МРТ, мы можем сказать, где с большей или меньшей вероятностью можно найти те или иные специализации нейронов. Но говорить о том, что какая-то зона за что-то отвечает, мне кажется неправильным».



НЕЙРОН ДЖЕННИФЕР ЭНИСТОН

«Специализацию нейронов, — рассказывает Ольга Сварник, — можно проиллюстрировать любопытным примером, известным как «феномен нейрона Дженнифер Энистон». Поскольку человеку в экспериментальных целях, естественно, нельзя втыкать электроды в мозг, то эта информация была получена на пациентах с эпилепсией, которым электроды в мозг вживляли для локализации очага. Так вот, у такого пациента в мозге среди других нейронов нашли нейрон, который отвечал электрическим разрядом в момент, когда на мониторе появлялась фотография актрисы Дженнифер Энистон. Это могли быть совершенно разные фотографии актрисы — нейрон всегда ее «узнавал». В другом эксперименте нашли нейрон, который реагировал только на демонстрацию «Симпсонов». Ну и так далее».





МИФ 5 МОЗГ — ЭТО КОМПЬЮТЕР

По мнению Ольги Сварник, сравнение мозга с компьютером не более чем метафора: «Мы можем фантазировать, что в работе мозга есть определенные алгоритмы, что человек услышал информацию и что-то делает. Но сказать, что наш мозг работает именно так, было бы неправильно. В отличие от компьютера в мозге нет никаких функциональных блоков. Например, считается, что гиппокамп — это структура, отвечающая за память и пространственную ориентацию. Но нейроны гиппокампа ведут себя неодинаково, у них разная специализация, они не функционируют как единое целое».

А вот что считает по тому же вопросу биолог и популяризатор науки Алек-

сандр Марков (Институт палеонтологии РАН): «В компьютере все сигналы, которыми обмениваются элементы логических схем, имеют одну и ту же природу — электрическую, и сигналы эти могут принимать только одно из двух значений — 0 или 1. Передача информации в мозге основана не на двоичном коде, а скорее на троичном. Если возбуждающий сигнал соотносить с единицей, а его отсутствие с нулем, то тормозящий сигнал можно уподобить минус единице. Но на самом деле в мозге используются химические сигналы нескольких десятков типов — все равно как если бы в компьютере использовались десятки разных электрических токов... А нули и единицы могли бы иметь десятки разных, скажем, цветов. Самое же главное отличие состоит в том, что проводимость каждого конкретного синапса... может меняться в зависимости от обстоятельств. Это свойство называют синаптической пластичностью. Есть и еще одно радикальное отличие мозга от электронно-вычислительной машины. В компьютере основной объем памяти хранится не в логических электронных схемах процессора, а отдельно, в специальных запоминающих устройствах. В мозге не существует участков, специально выделенных для длительного хранения воспоминаний. Вся память записана в той же самой структуре межнейронных синаптических связей, которая одновременно является и грандиозным вычислительным устройством — аналогом процессора». **ДМ**

