

НАУЧНЫЙ КОМИКС

# МОЗГ

ТОРИ ВУЛКОТТ • АЛЕКС ГРАУДИНС



МИОО



НАУЧНЫЙ КОМИКС

# МОЗГ

ТОРИ ВУЛКОТТ • АЛЕКС ГРАУДИНС

МОСКВА  
«МАНН, ИВАНОВ И ФЕРБЕР»  
2022

УДК 087.5:611.81(084.1)  
ББК [99.1:83.8]28.706.991.77-80  
В88

*Моим маме и папе – благодаря вам у меня отличный мозг.  
И бабушке – спасибо, что научила им пользоваться!  
Тори*

*Маме и папе Граудинс за их постоянную поддержку.  
Алекс*

*Издание для досуга  
Для среднего школьного возраста  
Серия «Научный комикс»*

**Вулкотт Тори**  
Иллюстратор **Граудинс Алекс**

НАУЧНЫЙ КОМИКС

**МОЗГ**

*На русском языке публикуется впервые  
Перевод с английского Виктории Лобачёвой*

Руководитель редакционной группы *Анна Сиваева*  
Ответственный редактор *Мария Соболева*  
Художественный редактор *Татьяна Сырникова*  
Научный редактор *Ксения Пахорукова*  
Литературный редактор *Ольга Дергачёва*  
Арт-директор *Елизавета Краснова*  
Дизайн обложки *Юлия Анохина*  
Вёрстка и латтеринг *Дарья Брадарская*  
Корректоры *Татьяна Князева, Надежда Власенко*

**ERC**



Original title: SCIENCE COMICS: THE BRAIN:  
THE ULTIMATE THINKING MACHINE

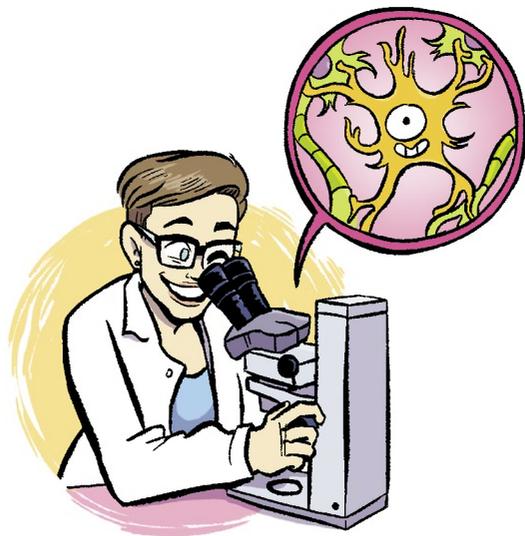
Text Copyright © 2018 by Victoria Woollcott  
Illustrations copyright © 2018 by Alex Graudins  
Published by arrangement with First Second,  
an imprint of Roaring Brook Press,  
a division of Holtzbrinck  
Publishing Holdings Limited Partnership.  
All rights reserved.

ООО «Манн, Иванов и Фербер»  
123104, Россия, г. Москва, Б. Козихинский пер., д. 7, стр. 2  
mann-ivanov-ferber.ru  
vk.com/mifcomics

© Издание на русском языке, перевод,  
ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2022

*Все права защищены.  
Никакая часть данной книги  
не может быть воспроизведена  
в какой бы то ни было форме  
без письменного разрешения  
владельцев авторских прав.*

ISBN 978-5-00195-151-3



**М**оя любовь к науке началась с восхищения звездным небом. А узнав о вселенной нашего разума, я пришла в полный восторг.

Когда мне было двенадцать, я получила от бабушки в подарок книгу «Космос» Карла Сагана. Как же мне понравились эти истории о миллиардах небесных тел и миллионах галактик. Размышляя о космическом пространстве, я задумалась о нашей жизни здесь, на Земле. Обо всем, чего мы достигли. о том, что такое быть человеком. Как мы создали космические корабли, на которых добрались до Луны? Как построили города? Как пишем книги и рисуем комиксы, занимаемся искусством и наукой? Как мы придумали язык? Как мы вообще думаем?

Мозг — настоящая галактика в твоей голове, с сотней миллиардов звезд, которые называются нейронами. Мозг похож на мощнейший суперкомпьютер. Каждый из ста миллиардов нейронов создает до тысячи связей с другими нервными клетками. Получается примерно сто триллионов связей! Это в тысячу раз больше, чем звезд в нашей галактике Млечный Путь. Подобно проводам, передающим цифровые данные в компьютере, эти связи направляют информацию по всему телу. Благодаря им ты можешь ходить, разговаривать и вообще делать что угодно! Именно невероятные, удивительные нейроны, а также их помощники — глиальные клетки — делают тебя СОВОЙ! Ты рождаешься практически с полным набором нейронов, которые могут понадобиться в самых разных ситуациях. Они растут и адаптируются вместе с тобой, пока ты вырастешь, учишься чему-то новому и познаешь мир.

Мы до сих пор знаем о космосе очень мало, но о мозге — еще меньше! Каждый день нейрофизиологи, психиатры и психологи ломают голову над самыми, казалось бы, очевидными вещами. Их цель — понять, как устроены мышление и эмоции. Для этого ученые используют всевозможные инструменты и технологии. Вносят изменения в ДНК клеток, чтобы под микроскопом они выглядели цветными. Направляют лазерные лучи на нейроны, в которых есть особые активируемые светом белки, чтобы следить за работой мозга! И все же пока мы очень далеки от того, чтобы ответить на многие важные вопросы. Что такое память? Откуда берется личность? Есть ли животные, разум которых похож на наш? Как вылечить травмированный мозг или предотвратить болезни, которые его разрушают?

Отчасти этим вопросам я и обязана любовью к нейронаукам. И теперь, когда я стала нейроученым, передо мной встают новые проблемы. Как клетки мозга работают сообща, чтобы он мог расти и развиваться? Как белки, вырабатываемые клетками разного типа, влияют на объединение и взаимодействие нейронов? Как нарушается работа нервных клеток из-за болезней? Мы с коллегами очень надеемся, что однажды получим ответы на некоторые из этих вопросов и поделимся с тобой.

Дальше ты познакомишься с двумя сестрами, загадочным безумным ученым и его зомби-дворецким. От них ты узнаешь все, что нам известно о нейробиологии сегодня. Только представь, что происходит, пока ты листаешь страницу за страницей. Ты используешь мозг, чтобы прочитать книгу о мозге, узнать что-то новое о мозге и сохранить эту информацию в своем мозге, чтобы потом извлечь ее и поделиться с кем-то еще; а этот кто-то повторит весь процесс в собственном мозге. Можно запутаться, просто пытаюсь раскрутить эту цепь событий. Так что неудивительно, что вселенная в нашей голове пока исследована далеко не полностью.

И все-таки надеюсь, что ты откроешь для себя много нового из того, что мы уже знаем о мозге. А к тому времени, когда закончишь читать, ученые, возможно, выяснят что-то новое!

*Элисон Колдуэлл, она же Эли Астроцит,  
автор и ведущая Neuro Transmissions —  
канала о мозге на YouTube,  
доктор нейробиологии Калифорнийского университета  
в Сан-Диего, США*











ЗДРАВСТВУЙ, ДИТЯ! Я – ДОКТОР ЦЕРЕБРУС,  
И СЕГОДНЯ Я ИЗВЛЕКУ ТВОЙ МОЗГ РАДИ НАУКИ!

Ч-ЧЕГО?

НУ-НУ-НУ, НЕ ПЕРЕЖИВАЙ!  
ТЕБЕ ПОНРАВИТСЯ!  
НАУКА О МОЗГЕ,  
ЗНАЕШЬ ЛИ,  
ПРОДЕЛАЛА  
ДОЛГИЙ ПУТЬ.

Я... НЕ ПОНИМАЮ, ЧТО ПРОИСХОДИТ.

ПОЗВОЛЬ МНЕ ОБЪЯСНИТЬ!  
А ЕЩЕ ЛУЧШЕ ПОЗВОЛЬ МНЕ ВЗЯТЬ ТЕБЯ  
В ПУТЕШЕСТВИЕ...

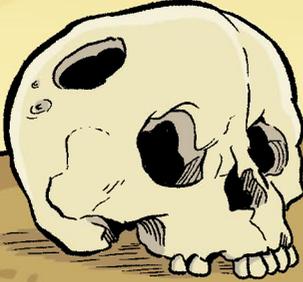
ПОДОЖДИТЕ,  
ЧТО?!

НЕТ, МОЯ ДОРОГАЯ,  
НЕ ЧТО... КОГДА!

...ПО РАЗУМУ!



УЖЕ 10 000 ЛЕТ НАЗАД, В ЭПОХУ НЕОЛИТА, ЛЮДИ ВЫПОЛНЯЛИ ХИРУРГИЧЕСКУЮ ОПЕРАЦИЮ, ИЗВЕСТНУЮ КАК ТРЕПАНАЦИЯ.



ОНИ ПРОДЕЛЫВАЛИ ДЫРЫ В ЧЕРЕПАХ!

ДА? И ЗАЧЕМ ЭТО?



НУ, МОЖЕТ, ИЗБАВЛЯЛИСЬ ОТ ГОЛОВНОЙ БОЛИ ИЛИ ЧЕГО-ТО ТАКОГО. НО ПРИ ОТЕКЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЭТО И ПРАВДА МОГЛО ПОМОЧЬ! А ТО И СПАСТИ ЖИЗНЬ!



А-А, ЖЕСТЬ!  
У НИХ ЖЕ ДАЖЕ МЫЛА И ОБЕЗБОЛИВАЮЩИХ НЕ БЫЛО!



ДА НЕ ПЕРЕЖИВАЙ, ТЕБЕ НЕ ГРОЗИТ НИЧЕГО ПОДОБНОГО. Я ЖЕ НЕ ВАРВАР. К ТОМУ ЖЕ КАК ВЫТЯНУТЬ МОЗГ ЧЕРЕЗ МАЛЕНЬКУЮ ДЫРОЧКУ?



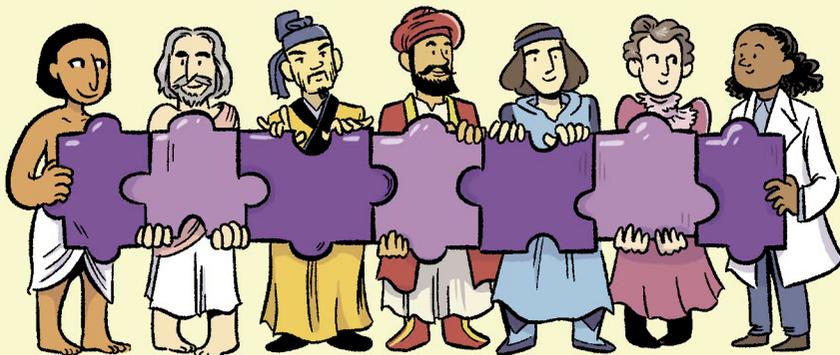
СТОЙТЕ, СТОЙТЕ!  
ВЫ СКАЗАЛИ, ЧТО НАУКА О МОЗГЕ ПРОДЕЛАЛА ДОЛГИЙ ПУТЬ.

ЧТО ВЫ ИМЕЛИ В ВИДУ?

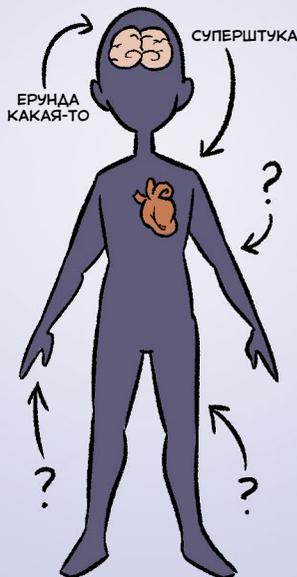




АЗБУКИ НЕ ЗНАЕТ, А ЧИТАТЬ САДИТСЯ! В НАУКЕ НАДО НАЧИНАТЬ С ОСНОВ! ОДНО ОТКРЫТИЕ ВЛЕЧЕТ ЗА СОБОЙ ДРУГОЕ И ПОДАТКАКИВАЕТ К НОВЫМ ОЗАРЕНИЯМ.



БИОЛОГИЯ НЕ ИСКЛЮЧЕНИЕ. ДОЛГОЕ ВРЕМЯ ЛЮДИ ДУМАЛИ, ЧТО ЗНАНИЯ ХРАНЯТСЯ В СЕРДЦЕ, А НЕ В МОЗГЕ.



ЭТО ПАПИРУС ЭДВИНА СМИТА, ДРЕВНЕЙШЕЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЫ! АРХЕОЛОГИ ПОЛАГАЮТ, ЧТО АВТОРОМ ТЕКСТА БЫЛ ИМХОТЕП, СТРОИТЕЛЬ ПЕРВОЙ ПИРАМИДЫ И ЗНАМЕНИТЫЙ ЦЕЛИТЕЛЬ.

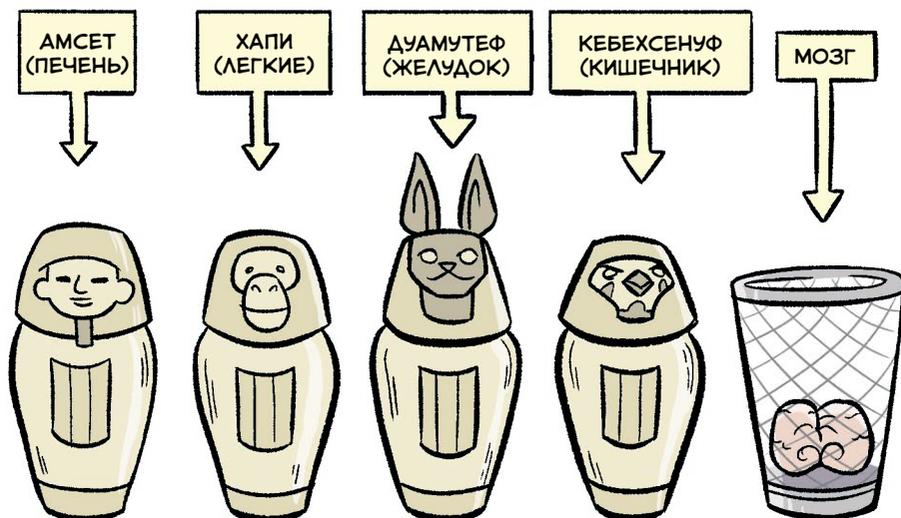


ДРЕВНИЕ ЕГИПТЯНЕ ЗНАЛИ, ЧТО ПРИ ТРАВМЕ ГОЛОВЫ ЧЕЛОВЕК НАЧИНАЕТ СТРАННО СЕБЯ ВЕСТИ, НО НЕ ПОНИМАЛИ ПОЧЕМУ.

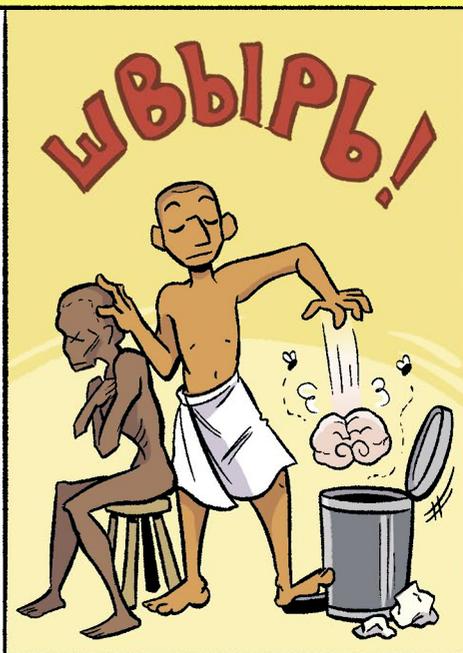
НИЧЕГО СТРАШНОГО, НЕБОЛЬШАЯ РАНКА.



КОГДА ЕГИПТЯНЕ БАЛЬЗАМИРОВАЛИ УМЕРШИХ, КАЖДЫЙ ВАЖНЫЙ ОРГАН КЛАЛИ В ОСОБЫЙ СОСУД – КАНОПУ. А ВОТ О МОЗГЕ БЫЛИ СТОЛЬ НЕВЫСОКОГО МНЕНИЯ, ЧТО ЕГО ВЫБРАСЫВАЛИ.



КОГДА-ТО СЧИТАЛОСЬ, ЧТО ЕГИПТЯНЕ ВЫТАСКИВАЛИ МОЗГ ЧЕРЕЗ НОС. НО НЕТ: ЕГО УДАЛЯЛИ ЧЕРЕЗ БОЛЬШОЕ ЗАТЫЛОЧНОЕ ОТВЕРСТИЕ В ЧЕРЕПЕ!





\* ВООБЩЕ-ТО НЕ ВСЕ ГРЕКИ, А ВРАЧ ГАЛЕН (II ВЕК Н. Э.) ПРИМ. НАУЧ. РЕД.



КСТАТИ... ГРЕЧЕСКИЙ ФИЛОСОФ АРИСТОТЕЛЬ СЧИТАЛ, ЧТО МЫСЛЯТ ЛЮДИ  
СЕРДЦЕМ. МОЗГ ЖЕ ПРОСТО ОХЛАЖДАЕТ КРОВЬ, КАК КОНДИЦИОНЕР!



ТЕМ ВРЕМЕНЕМ...

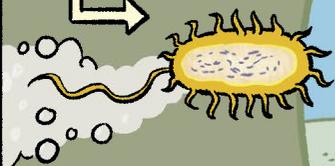


СЛЕДУЮЩАЯ ОСТАНОВКА  
В НАШЕМ ПУТЕШЕСТВИИ  
ПО РАЗУМУ –  
**ЭВОЛЮЦИЯ!**

ЭВОЛЮЦИЯ – ЭТО ПОСТЕПЕННОЕ  
ИЗМЕНЕНИЕ И ПРИСПОСОБЛЕНИЕ  
ОРГАНИЗМОВ К ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЕ НА ПРОТЯЖЕНИИ  
ПОКОЛЕНИЙ.

ВСЕ ЭТИ НЕБОЛЬШИЕ  
ПОЛЕЗНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ  
ПЕРЕДАЮТСЯ ПОТОМСТВУ,  
И ТАК СО ВРЕМЕНЕМ  
ВОЗНИКАЮТ  
НОВЫЕ ВИДЫ!

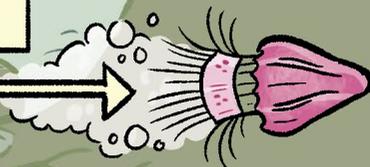
3 МИЛЛИАРДА ЛЕТ НАЗАД.  
ПРОКАРИОТЫ – ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ЖИВЫЕ  
ОРГАНИЗМЫ: КЛЕТКА БЕЗ ЯДРА.



1,7 МИЛЛИАРДА ЛЕТ НАЗАД.  
ЭУКАРИОТЫ – МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ЖИВЫЕ  
ОРГАНИЗМЫ: КЛЕТКА С ЯДРОМ.



600-700 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД.  
ПЕРВЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ЖИВОТНЫЕ,  
ДОШЕДШИЕ ДО НАС.

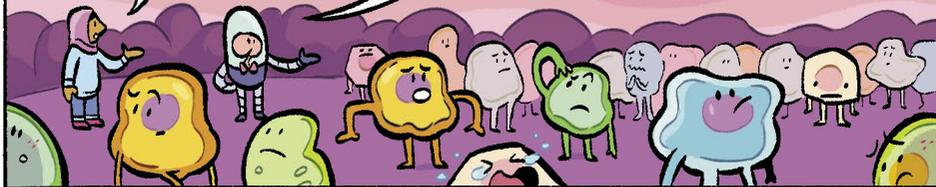


ЕСЛИ В ТВОЕМ ТЕЛЕ БОЛЬШЕ ОДНОЙ  
КЛЕТКИ, ТЫ МНОГОКЛЕТОЧНЫЙ ЖИВОЙ  
ОРГАНИЗМ!



ХОРОШО, НО КАК  
ЭТО СВЯЗАНО  
С МОЗГОМ?

КЛЕТКИ В ОРГАНИЗМЕ ДОЛЖНЫ РАБОТАТЬ  
СООБЩА, А ЗНАЧИТ, ВЗАИМОДЕЙСТВОВАТЬ ДРУГ  
С ДРУГОМ. ВОТ ТУТ-ТО В ДЕЛО И ВСТУПАЕТ МОЗГ!



КОГДА МИЛЛИАРДАМ КЛЕТОК ПРИХОДИТСЯ ТРУДИТЬСЯ ВМЕСТЕ, ЧТОБЫ  
ПОДДЕРЖИВАТЬ СУЩЕСТВОВАНИЕ ЕДИНОГО ОРГАНИЗМА, ВАЖНО, ЧТОБЫ ВСЕ  
ОНИ ПОЛУЧАЛИ ПРАВИЛЬНЫЕ СООБЩЕНИЯ.

КУДА МЫ  
ИДЕМ?

ГДЕ ЕДА?

Я ХОЧУ  
ПОЙТИ ТУДА!

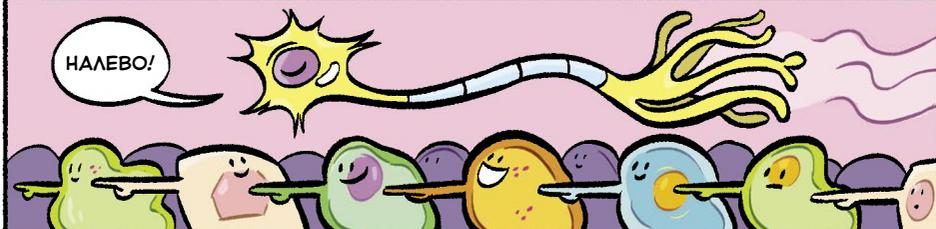
ОНА МЕНЯ  
ТОЛКНУЛА!

НЕПРАВДА!



БЛАГОДАря НЕЙРОНАМ – НЕРВНЫМ КЛЕТКАМ – СВЯЗЬ НАЛАДИЛАСЬ!

НАЛЕВО!



ЕСТЬ ДВЕ ВЕРСИИ ПОЯВЛЕНИЯ  
НЕЙРОНОВ. ОНИ ЛИБО РАЗВИЛИСЬ  
ВНУТРИ МНОГОКЛЕТОЧНОГО  
ОРГАНИЗМА...

...ЛИБО ЭВОЛЮЦИОНИРОВАЛИ КАК  
ОТДЕЛЬНЫЕ КЛЕТКИ, А ПОТОМ  
ОБЪЕДИНИЛИСЬ С ДРУГИМИ.

О, ТАК-ТО ПРОЩЕ, ЧЕМ  
ОБЩАТЬСЯ ЧЕРЕЗ  
НЕСМЫШЛЕННЫХ  
ПОСРЕДНИКОВ!

ЗДОРОВО  
БЫТЬ ЧАСТЬЮ  
КОМАНДЫ!



ЗАВИСЕМ  
ВМЕСТЕ!

ДАВАЙ!



НО ТО, ЧТО У ТЕБЯ ЕСТЬ НЕЙРОНЫ, ЕЩЕ НЕ ОЗНАЧАЕТ, ЧТО ТЕБЕ НУЖЕН МОЗГ! КОГДА НЕЙРОНЫ СТАЛИ РАБОТАТЬ ВМЕСТЕ, НАЧАЛИ РАЗВИВАТЬСЯ НЕРВНЫЕ СИСТЕМЫ!



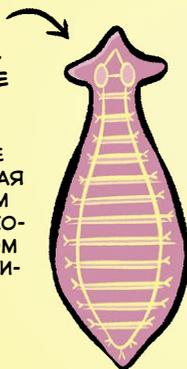
НАСТОЯЩИЙ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ВЗРЫВ! НОВЫЕ ФОРМЫ ЖИЗНИ ПОЯВЛЯЛИСЬ ОДНА ЗА ДРУГОЙ, ВЕДЬ ТЕПЕРЬ КЛЕТКИ БЫЛИ КОМАНДОЙ!



ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ ДЕЛЯТСЯ НА ДВЕ ГРУППЫ.

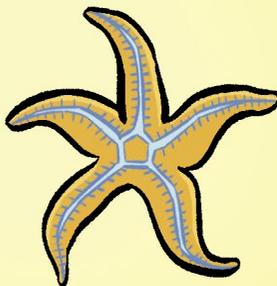
**ДВУСТОРОННЕ-СИММЕТРИЧНЫЕ**

У ТАКИХ ОРГАНИЗМОВ ДВЕ СИММЕТРИЧНЫЕ ПОЛОВИНЫ – ЛЕВАЯ И ПРАВАЯ. К НИМ ОТНОСЯТСЯ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ (В ТОМ ЧИСЛЕ ЛЮДИ), ПТИЦЫ, ЧЕРВИ.

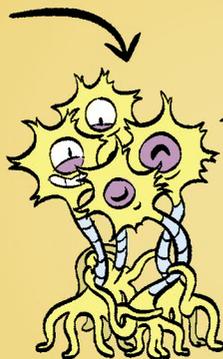


**РАДИАЛЬНО-СИММЕТРИЧНЫЕ**

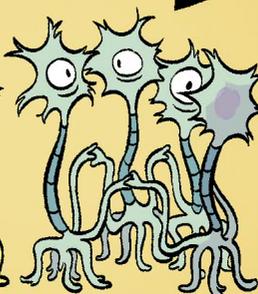
ЭТО ОРГАНИЗМЫ, У КОТОРЫХ НЕТ ЧЕТКОЙ ЛЕВОЙ И ПРАВОЙ СТОРОНЫ. РАДИАЛЬНАЯ СИММЕТРИЯ ПРИСУЩА МОРСКИМ АНЕМОНАМ, МЕДУЗАМ, МОРСКИМ ЗВЕЗДАМ.

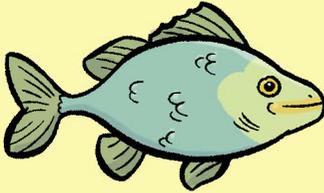


**ЦЕФАЛИЗАЦИЯ** – ПРОЦЕСС, ПРИ КОТОРОМ ГРУППА НЕЙРОНОВ СОБИРАЕТСЯ В ОДНОМ МЕСТЕ И ОБРАЗУЕТ БУГОРОК. ОН НАЗЫВАЕТСЯ ГАНГЛИЕЙ. ОГРОМНЫЙ ШАГ В ЭВОЛЮЦИИ!



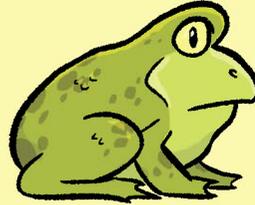
БЛАГОДАРЯ РАДИАЛЬНОЙ СИММЕТРИИ ВОЗНИКЛА НЕРВНАЯ СЕТЬ. ЭТО НАБОР НЕЙРОНОВ, КОТОРЫЕ РАССРЕДОТОЧЕНЫ ПО ОРГАНИЗМУ И ДЕЙСТВУЮТ ЗАОДНО, ПОЧТИ КАК МОЗГ.





### РЫБЫ

ВО ВРЕМЯ КЕМБРИЙСКОГО ВЗРЫВА, ОКОЛО 530 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД, РЫБЫ ОБЗАВЕЛИСЬ НАСТОЯЩИМ МОЗГОМ И ПОЗВОНОЧНИКОМ. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА РЫБЫ В ОСНОВНОМ КОНТРОЛИРУЕТ ДВИЖЕНИЯ И РАБОТУ ОРГАНОВ ЧУВСТВ.

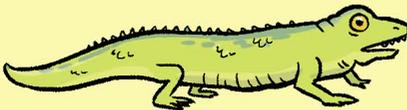


### АМФИБИИ

ОКОЛО 370 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД, В ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД, ЛОПАСТЕПЕРЫЕ РЫБЫ ЭВОЛЮЦИОНИРОВАЛИ В ПЕРВЫХ АМФИБИЙ. У НИХ БЫЛ ОЧЕНЬ ПРОСТОЙ МОЗГ. ОН БОЛЬШЕ НАПОМИНАЛ МОЗГ ИХ ПРЕДКОВ-РЫБ, ЧЕМ ДРУГИХ НАЗЕМНЫХ ЖИВОТНЫХ.

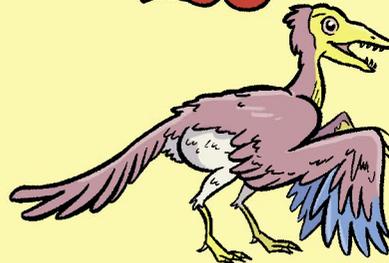
### ВАЖНО

- ОБОНЯТЕЛЬНАЯ ЛУКОВИЦА СЛУЖИТ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗАПАХОВ.
- ПЕРЕДНИЙ МОЗГ УПРАВЛЯЕТ ПОВЕДЕНИЕМ.
- СРЕДНИЙ МОЗГ ОТВЕЧАЕТ ЗА КОНТРОЛЬ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ.
- ЗАДНИЙ МОЗГ КОНТРОЛИРУЕТ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ ТЕЛА.



### РЕПТИЛИИ

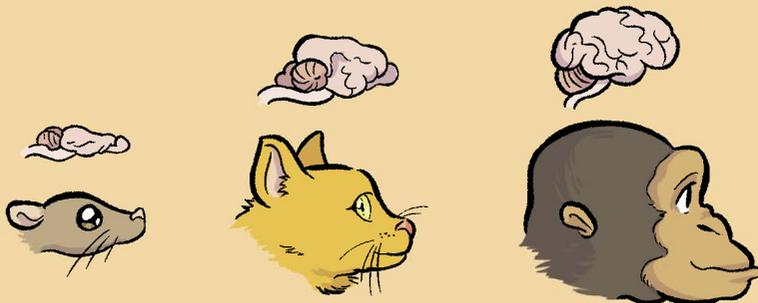
РЕПТИЛИИ ПРОИЗОШЛИ ОТ АМФИБИЙ ОКОЛО 310-320 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД, В КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД.



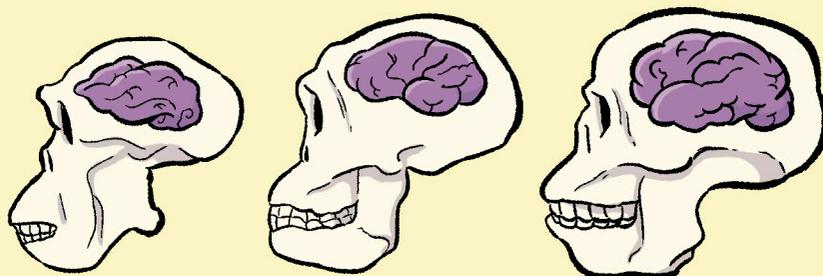
### ПТИЦЫ

В ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД, БОЛЕЕ 230 МИЛЛИОНОВ ЛЕТ НАЗАД, ПОЯВИЛИСЬ ДИНОЗАВРЫ! К СОЖАЛЕНИЮ, У НАС ПОД РУКОЙ НЕТ МОЗГА ДИНОЗАВРА. ЗАТО ЕСТЬ ИХ ПОТОМКИ – ПТИЦЫ!

ДО ТОГО МОМЕНТА МОЗГ БЫЛ МАЛЕНЬКИМ И РЕШАЛ ОГРАНИЧЕННЫЕ ЗАДАЧИ. НО СО ВРЕМЕНЕМ ОН СОВЕРШЕНСТВОВАЛСЯ – И ВОТ У МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПОВЕРХ ПРЕЖНЕЙ СТРУКТУРЫ СФОРМИРОВАЛСЯ НЕОКОРТЕКС. МОЗГ СТАНОВИЛСЯ ВСЕ СЛОЖНЕЕ.



У ПРИМАТОВ НЕОКОРТЕКС ПРОДОЛЖАЛ РАСТИ, ТАК ЧТО ЛОБНЫЕ ДОЛИ ТОЖЕ УВЕЛИЧИЛИСЬ!



АВСТРАЛОПИТЕК

ЧЕЛОВЕК УМЕЛЫЙ

ЧЕЛОВЕК НЕАНДЕРТАЛЬСКИЙ

ОКОЛО 800 ТЫСЯЧ ЛЕТ НАЗАД МОЗГ ЕЩЕ РАЗ РЕЗКО ПРИБАВИЛ ОБЪЕМ. ЭТО СЛУЧИЛОСЬ, КОГДА ПОЯВИЛИСЬ РОДСТВЕННЫЕ ЛЮДЯМ ПРИМАТЫ – НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ!

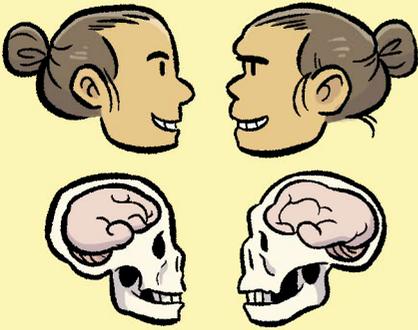


ПОДОЖДИТЕ, А РАЗВЕ НЕАНДЕРТАЛЬЦЫ – ЭТО НЕ ПЕЩЕРНЫЕ ЛЮДИ?

ТЫ ГОВОРИШЬ ТАК, БУДТО ЭТО ЧТО-ТО ПЛОХОЕ.



ФАКТИЧЕСКИ  
У НЕАНДЕРТАЛЬЦЕВ МОЗГ БЫЛ  
БОЛЬШЕ, ЧЕМ У НЫНЕШНИХ  
ЛЮДЕЙ.



ЧЕСТНО ГОВОРЯ, ТЫ ВЯРД ЛИ  
ОТЛИЧИЛА БЫ НЕАНДЕРТАЛЬЦА  
ОТ КОРЕНАСТОГО ЧЕЛОВЕКА.



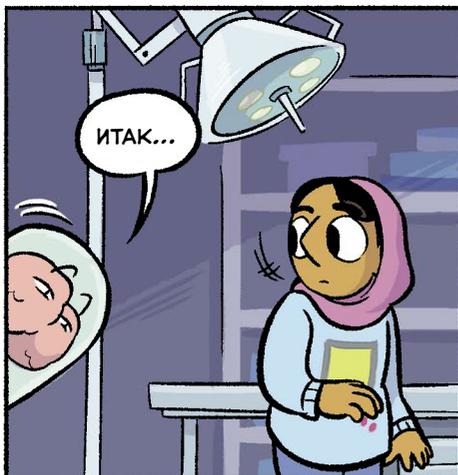
СПАСИБО, ЧТО  
УДЕЛИЛИ НАМ  
ВРЕМЯ, ДАМЫ.



ФАХАМА! ТЫ ГДЕ?

ФАХАМА-А-А!







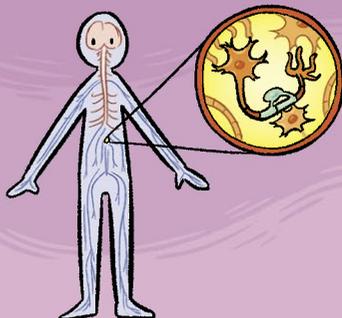
ТЕПЕРЬ, КОГДА МЫ РАЗОБРАЛИСЬ С ЭВОЛЮЦИЕЙ МОЗГА, ВСЕ БУДЕТ ГОРАЗДО ИНТЕРЕСНЕЕ.

МО-ОЗГИ-И-И...

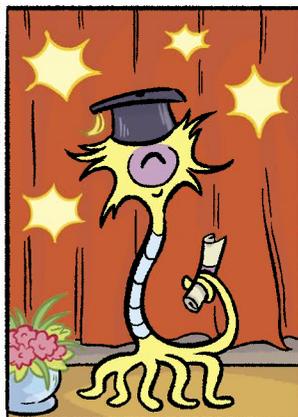
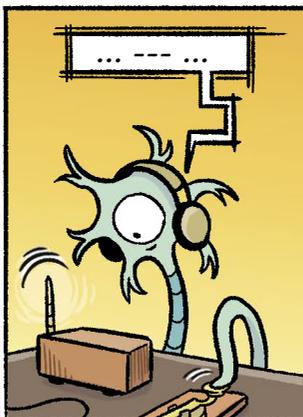
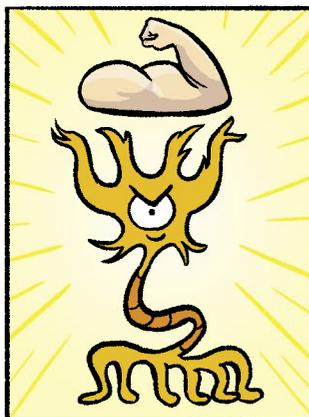
ШВЫРЬ!

ДА-ДА, МОЙ ДОРОГОЙ ДРУГ. ВСЕМУ СВОЕ ВРЕМЯ.

ПОЧТИ ВЕСЬ ГОЛОВНОЙ МОЗГ СОСТОИТ ИЗ КЛЕТОК ДВУХ ТИПОВ. ЭТО НЕЙРОНЫ И ГЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ! НАЧНЕМ С НЕЙРОНОВ.

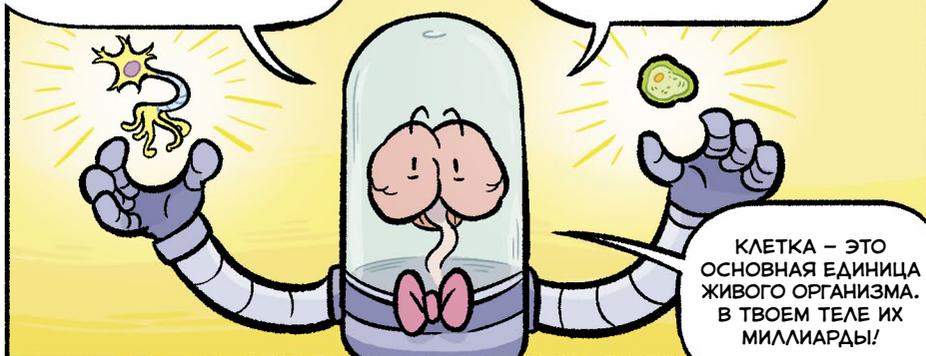


НЕЙРОНЫ ПОСЫЛАЮТ СООБЩЕНИЯ ЧЕРЕЗ ХИМИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ. ОНИ МОГУТ ПРИВОДИТЬ В ДВИЖЕНИЕ МЫШЦЫ, АНАЛИЗИРОВАТЬ РАЗДРАЖИТЕЛИ, УЧИТЬСЯ, ДАЖЕ ФОРМИРОВАТЬ МЫСЛИ!



ЧТОБЫ ПОНЯТЬ, ЧТО ТАКОЕ НЕЙРОНЫ...

...СНАЧАЛА ПОГОВОРИМ ОБ ОБЫЧНЫХ КЛЕТКАХ.

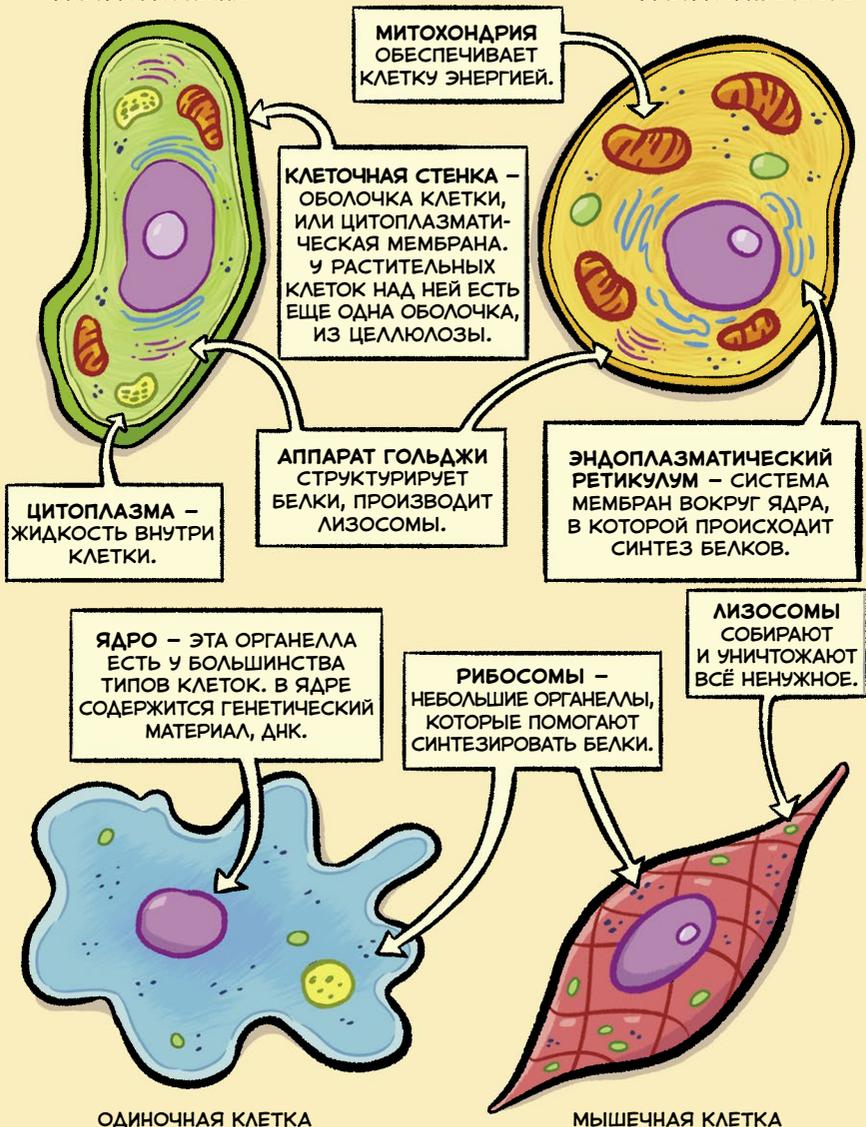


КЛЕТКА – ЭТО ОСНОВНАЯ ЕДИНИЦА ЖИВОГО ОРГАНИЗМА. В ТВОЕМ ТЕЛЕ ИХ МИЛЛИАРДЫ!

РАЗНЫЕ КЛЕТКИ ИМЕЮТ СХОДНОЕ СТРОЕНИЕ. У БОЛЬШИНСТВА ИЗ НИХ ОДНИ И ТЕ ЖЕ ОРГАНЕЛЛЫ – ТАК НАЗЫВАЮТ ИХ КРОХОТНЫЕ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ. ВСЕ РАВНО ЧТО ОРГАНЫ – ВРОДЕ ЛЕГКИХ ИЛИ СЕРДЦА!

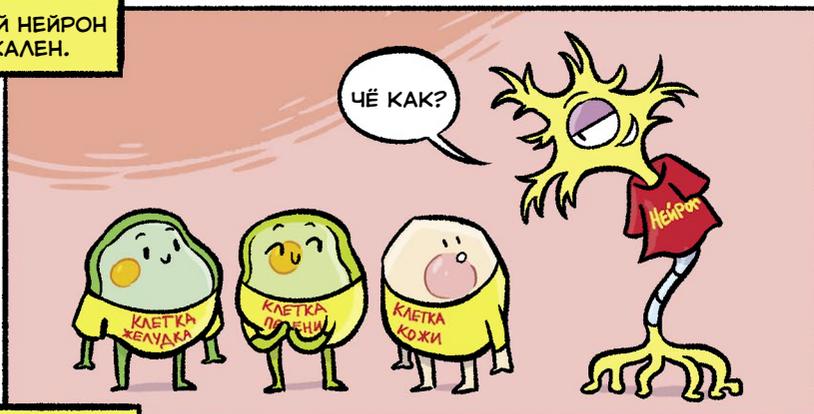
КЛЕТКА РАСТЕНИЯ

КЛЕТКА ЖИВОТНОГО



У ВСЕХ ЭТИХ КЛЕТОК МНОГО ОБЩЕГО! А ТЕПЕРЬ ДАВАЙ-КА ПОДРОБНЕЕ РАССМОТРИМ НЕЙРОН.

КАЖДЫЙ НЕЙРОН УНИКАЛЕН.



А ЕЩЕ НЕЙРОНЫ ВЫРАБАТЫВАЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО!



ВОТ ПЕРВОЕ, ЧТО ОТЛИЧАЕТ НЕЙРОНЫ: ОНИ ВОСПРОИЗВОДЯТСЯ СОВСЕМ НЕ ТАК ИНТЕНСИВНО, КАК ДРУГИЕ КЛЕТКИ.



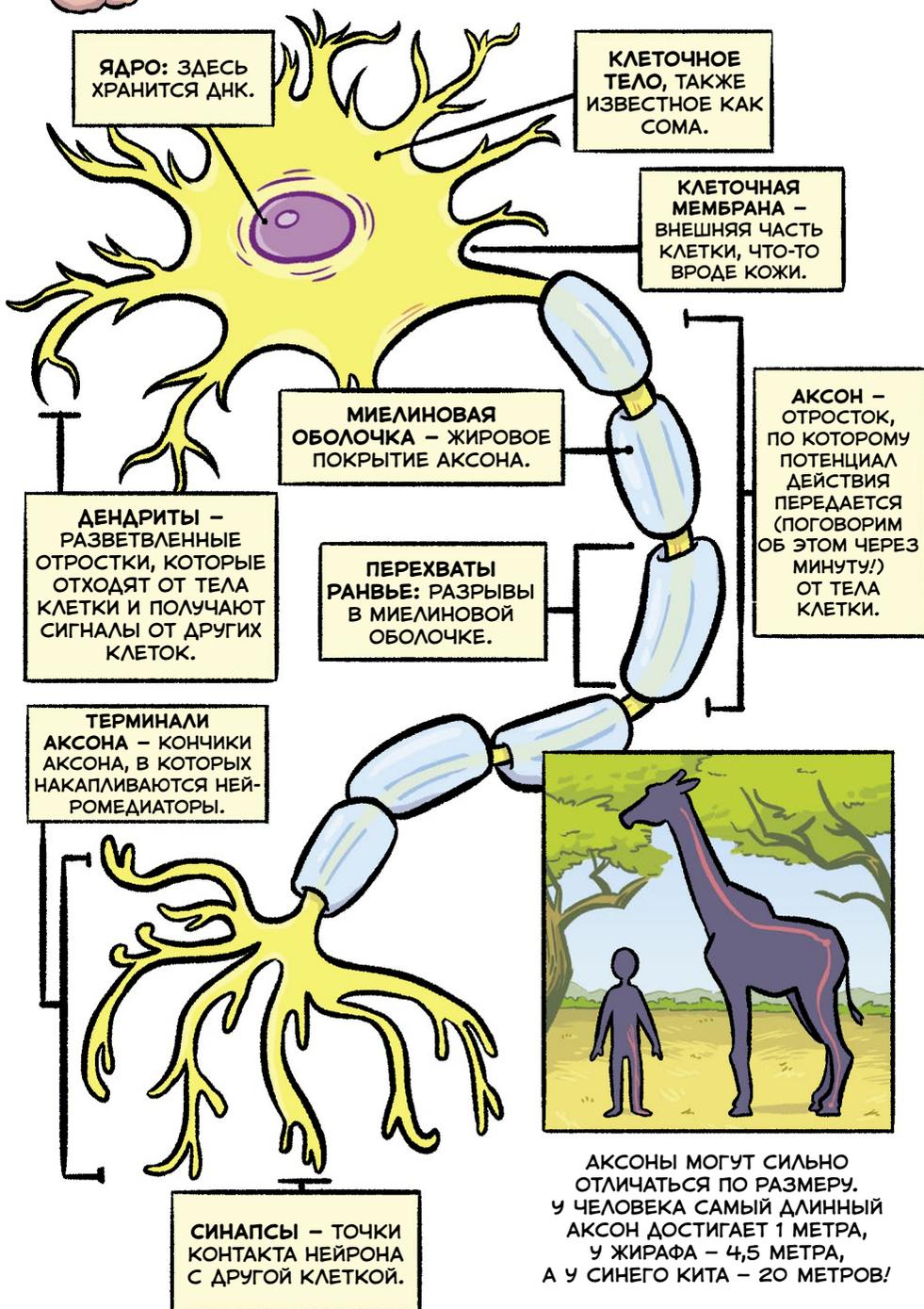
МЫ ВОСПРОИЗВОДИМСЯ ЧАСТО, ЧТОБЫ ЗАМЕНИТЬ ПОВРЕЖДЕННЫЕ КЛЕТКИ ИЛИ ПОМОЧЬ ТЕЛУ ПОДРАСТИ!



А МЫ – НЕТ. ЧЕЛОВЕК РОЖДАЕТСЯ С КУЧЕЙ НЕЙРОНОВ НА ВСЕ СЛУЧАИ ЖИЗНИ. И ЕЩЕ МЫ ХОРОШО ЗАЩИЩЕНЫ, ТАК ЧТО ЗАМЕНЯТЬ НАС ПРИХОДИТСЯ РЕДКО!



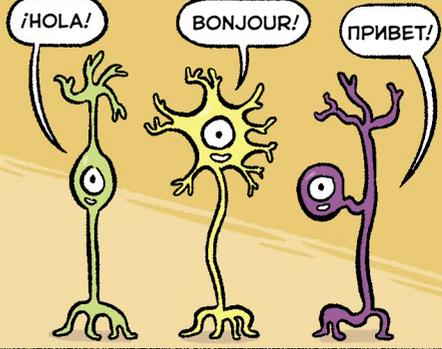
У НЕЙРОНА ТАКИЕ ЖЕ ОРГАНЕЛЛЫ, КАК И У ЛЮБОЙ ДРУГОЙ КЛЕТКИ, НО ФУНКЦИЙ У НИХ ГОРАЗДО БОЛЬШЕ.



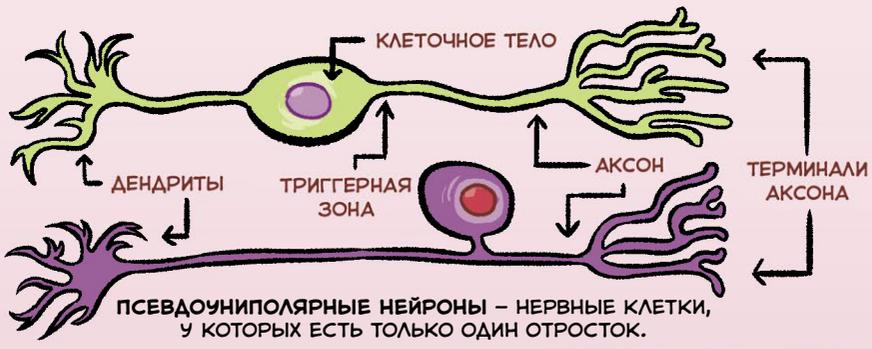
КЛЕТКИ ОДНОГО ТИПА ЧАЩЕ ВСЕГО ВЫГЛЯДЯТ ОДИНАКОВО. КЛЕТКА КОЖИ ЛИЦА БУДЕТ ОЧЕНЬ ПОХОЖА НА КЛЕТКУ КОЖИ НА РУКЕ ИЛИ ЯГОДИЦЕ!



А ВОТ К НЕЙРОНАМ ЭТО НЕ ОТНОСИТСЯ! ФОРМЫ У НИХ САМЫЕ РАЗНООБРАЗНЫЕ. БАЗОВОЕ СТРОЕНИЕ У НЕЙРОНОВ ОДИНАКОВОЕ, НО ВНЕШНЕ ОНИ СОВСЕМ НЕ ПОХОЖИ.



**БИПОЛЯРНЫЕ НЕЙРОНЫ** – НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ, У КОТОРЫХ ЕСТЬ ОДИН АКСОН И ОДИН ДЕНДРИТ. ЧАЩЕ ВСЕГО ВСТРЕЧАЮТСЯ В ОРГАНАХ ЧУВСТВ.



КАЖДЫЙ НЕЙРОН ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ С ДРУГИМИ, РАССЕЯННЫМИ ПО ВСЕМУ ОРГАНИЗМУ. НЕЙРОН ПРОИЗВОДИТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ НА КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЕ И ВНУТРИ КЛЕТОЧНОГО ТЕЛА. ЭТИ СИГНАЛЫ И ЕСТЬ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ.

1. ДЕНДРИТ ПОЛУЧАЕТ СИГНАЛ И ПЕРЕДАЕТ ЕГО ЧЕРЕЗ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД.

ЙЕХУ-У!

2. СИГНАЛ ПОСТУПАЕТ В ТЕЛО НЕЙРОНА (СОМУ), ВНУТРИ КОТОРОГО СРЕДА ЗАРЯЖЕНА НЕЙТРАЛЬНО.

3. КОГДА ПЛОТНОСТЬ СИГНАЛОВ В ТЕЛЕ КЛЕТКИ ДОСТИГАЕТ ОПРЕДЕЛЕННОГО ПОРОГА, КЛЕТКА НАЧИНАЕТ ПОСЫЛАТЬ СОБСТВЕННЫЙ СИГНАЛ.

4. ЭТОТ СИГНАЛ НАЗЫВАЕТСЯ ПОТЕНЦИАЛОМ ДЕЙСТВИЯ. ПО АКСОНУ ОН ТЕЧЕТ К СЛЕДУЮЩЕЙ КЛЕТКЕ.

ТВОЙ МОЗГ ПОХОЖ НА СЕТЬ ИЗ 100 МИЛЛИАРДОВ БАТАРЕЕК. НЕРВНЫЕ ИМПУЛЬСЫ МОГУТ ДВИГАТЬСЯ СО СКОРОСТЬЮ ДО 540 КМ/Ч!

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ МОЖНО ПРЕДСТАВИТЬ КАК ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ВОЛНУ, КОТОРАЯ ДВИЖЕТСЯ ПО АКСОНУ.

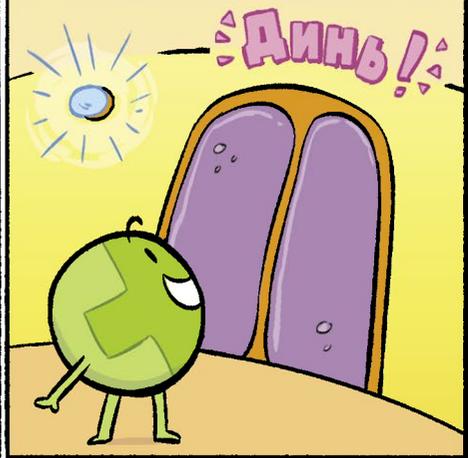
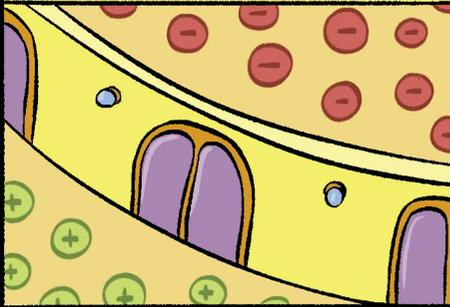
ИОНЫ МЕНЯЮТ ЗАРЯД ТЕЛА КЛЕТКИ.

ИОННЫЕ КАНАЛЫ

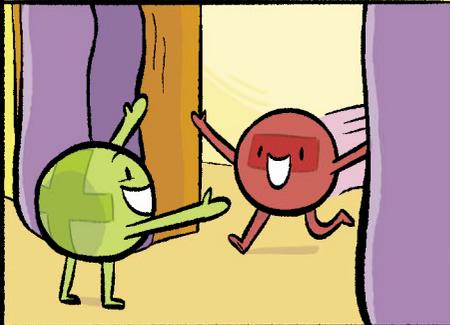
КЛЕТОЧНАЯ МЕМБРАНА

ХОРОШО, НО КАК НЕЙРОНЫ СОЗДАЮТ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ?

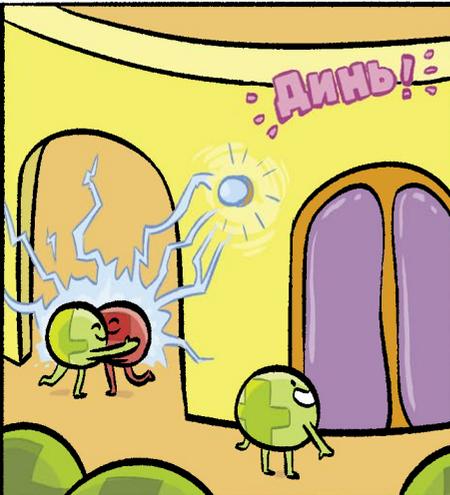
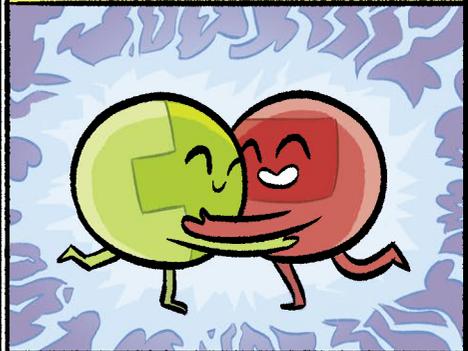
О, ТУТ НАДО СМОТРЕТЬ В ОБА ГЛЯДИ: СНАРУЖИ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЫ НЕЙРОНА НАХОДЯТСЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ИОНЫ, А ВНУТРИ – ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ.



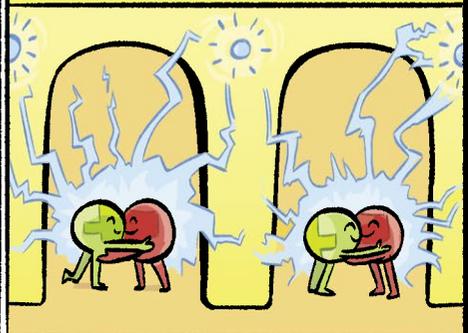
КОГДА В НЕЙРОН ПОСТУПАЮТ СИГНАЛЫ, В ЕГО МЕМБРАНЕ ОТКРЫВАЮТСЯ МАЛЕНЬКИЕ КАНАЛЫ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯЮТ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ ИОНАМ МЕНЯТЬСЯ МЕСТАМИ.

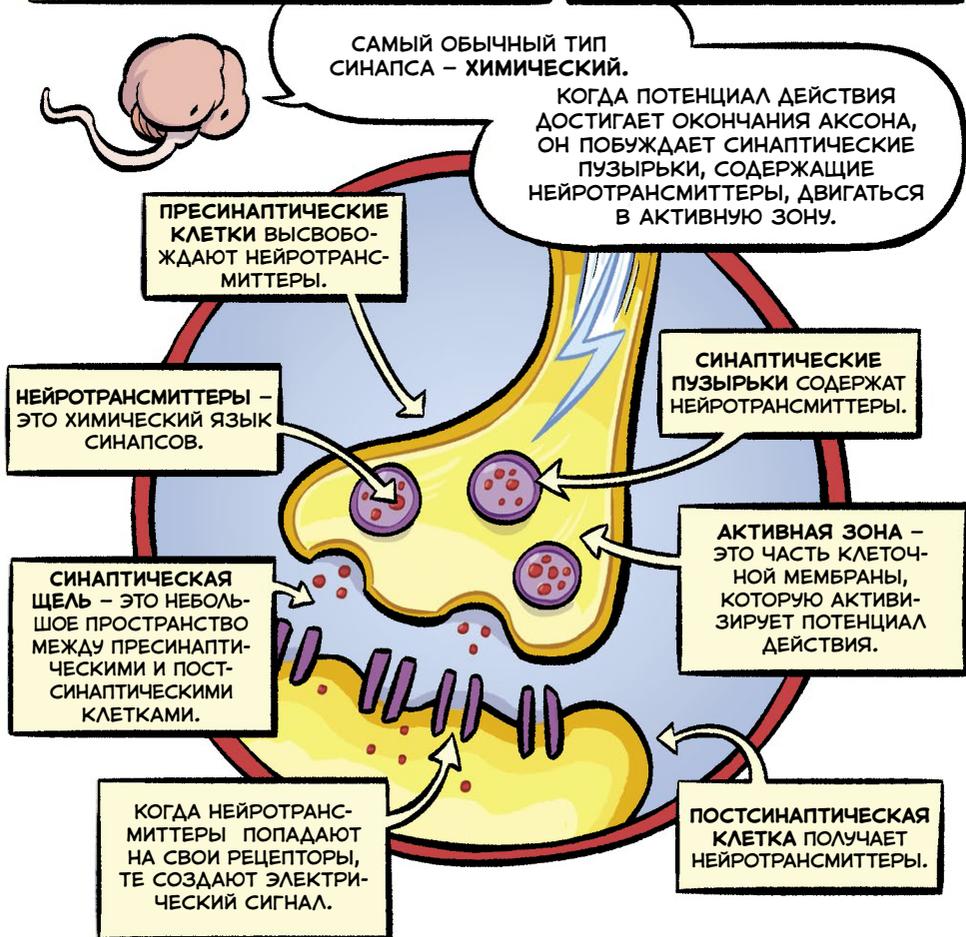


ОБМЕН ПОЛОЖИТЕЛЬНЫМИ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ ЗАПУСКАЕТ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ!

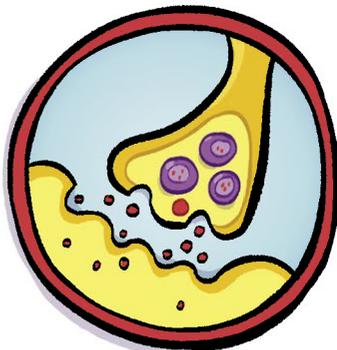


ХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ПРЕОБРАЗУЕТСЯ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СИГНАЛ. ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ СТРЕМИТСЯ К ОКОНЧАНИЯМ АКСОНА.

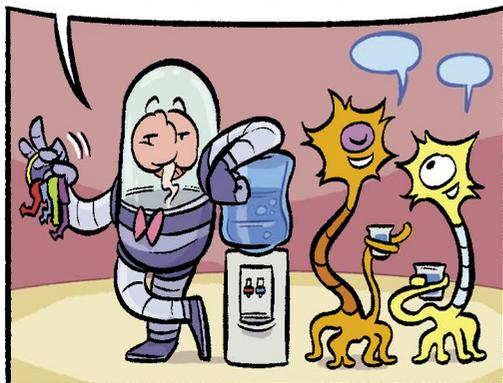




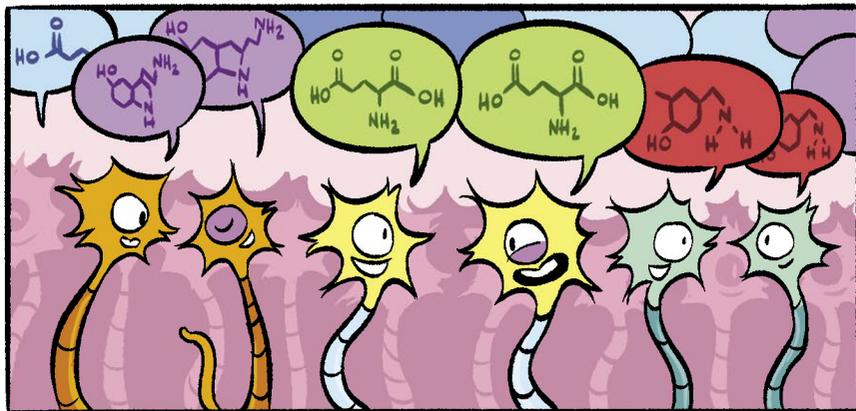
НЕЙРОНЫ «ОБЩАЮТСЯ» С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРОВ. ЭТИ ВЕЩЕСТВА ВЫДЕЛЯЮТСЯ ИЗ ТЕРМИНАЛЕЙ АКСОНОВ И ПОПАДАЮТ НА РЕЦЕПТОРЫ СОСЕДНЕЙ КЛЕТКИ. КАЖДЫЙ РЕЦЕПТОР МОЖЕТ РЕАГИРОВАТЬ ТОЛЬКО НА ОДИН ТИП НЕЙРОТРАНСМИТТЕРА.



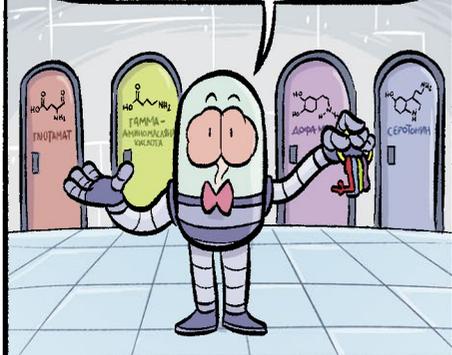
КАЖДЫЙ АКСОН СОЕДИНЕН ТЕРМИНАЛЯМИ СО МНОГИМИ ДРУГИМИ НЕЙРОНАМИ. ТАК ЧТО ВАЖНО, ЧТОБЫ У СООБЩЕНИЯ БЫЛ КОНКРЕТНЫЙ АДРЕСАТ. ИНАЧЕ ПУТАНИЦЫ НЕ ИЗБЕЖАТЬ.



ПО СУТИ, НЕЙРОТРАНСМИТТЕРЫ ОТСЕИВАЮТ ВСЕ КЛЕТКИ, ДЛЯ КОТОРЫХ НЕ ПРЕДНАЗНАЧЕНО СООБЩЕНИЕ!



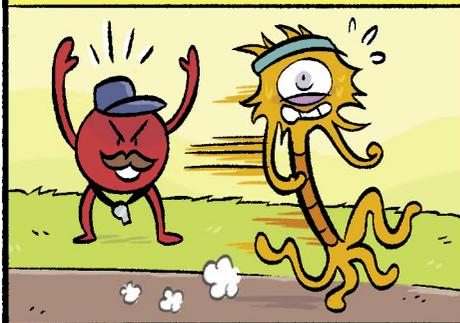
КАЖДЫЙ ТИП НЕЙРОТРАНСМИТТЕРА ПОДОБЕН КЛЮЧУ, КОТОРЫЙ МОЖЕТ ОТПЕРЕТЬ ТОЛЬКО ОДИН «ЗАМОК» – ОДИН ТИП РЕЦЕПТОРА.



НЕЙРОТРАНСМИТТЕР, КАК КЛЮЧ, НАХОДИТ СВОЙ РЕЦЕПТОР, И В КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНЕ ОТКРЫВАЮТСЯ МАЛЕНЬКИЕ «ДВЕРКИ». КОГДА РАСПАХНЕТСЯ ДОСТАТОЧНО «ДВЕРЕЙ», В КЛЕТКЕ ВОЗНИКАЕТ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ.



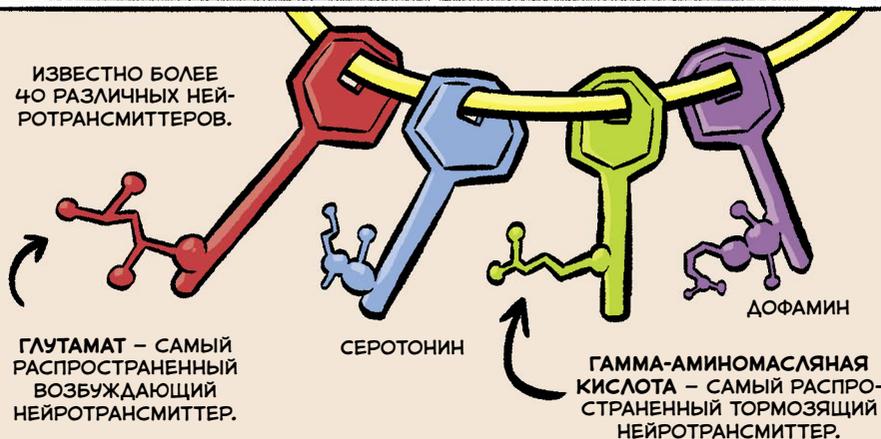
**ВОЗБУЖДАЮЩИЕ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРЫ** ПОВЫШАЮТ ШАНСЫ НЕЙРОНА АКТИВИЗИРОВАТЬ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ.



**ТОРМОЗЯЩИЕ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРЫ**, НАОБОРОТ, УМЕНЬШАЮТ ТАКУЮ ВОЗМОЖНОСТЬ.



ИЗВЕСТНО БОЛЕЕ 40 РАЗЛИЧНЫХ НЕЙРОТРАНСМИТТЕРОВ.



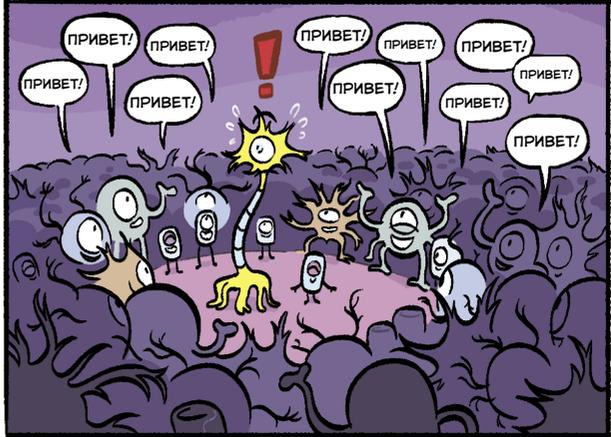
**ГЛУТАМАТ** – САМЫЙ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ВОЗБУЖДАЮЩИЙ НЕЙРОТРАНСМИТТЕР.

**ГАММА-АМИНОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА** – САМЫЙ РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ТОРМОЗЯЩИЙ НЕЙРОТРАНСМИТТЕР.

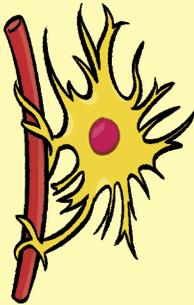
В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ, ПОМИМО НЕЙРОНОВ, ЕСТЬ И ДРУГИЕ КЛЕТКИ – ГЛИАЛЬНЫЕ.



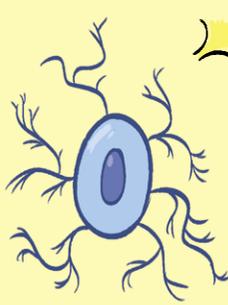
ГЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ НЕ ВЫРАБАТЫВАЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИГНАЛЫ. НО В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ ИХ В ДЕСЯТЬ РАЗ БОЛЬШЕ, ЧЕМ НЕЙРОНОВ.



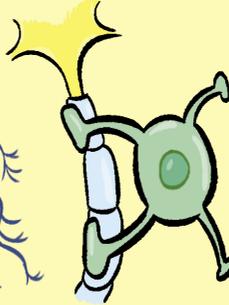
СУЩЕСТВУЮТ ЧЕТЫРЕ ОСНОВНЫХ ТИПА ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК:



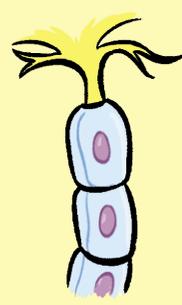
АСТРОЦИТ



МИКРОГЛИЯ

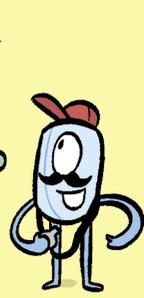
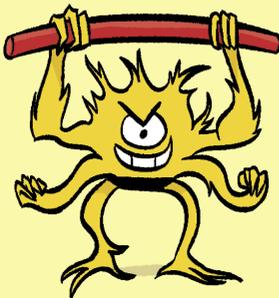


ОЛИГОДЕНДРОЦИТ



ШВАННОВСКИЕ КЛЕТКИ

КАЖДАЯ ИЗ НИХ ВЫГЛЯДИТ ПО-СВОЕМУ. КАЖДАЯ ИГРАЕТ ОСОБУЮ РОЛЬ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ!



АСТРОЦИТЫ САМЫЕ БОЛЬШЕ  
И ТРУДОЛЮБИВЫЕ.



ПОЛАГАЮ, ИХ  
МОЖНО НАЗВАТЬ  
НАСТОЯЩИМИ  
ЗВЕЗДАМИ ШОУ!



ДОШЛО?

ПОТОМУ ЧТО  
ОНИ ИМЕЮТ  
ФОРМУ ЗВЕЗД!



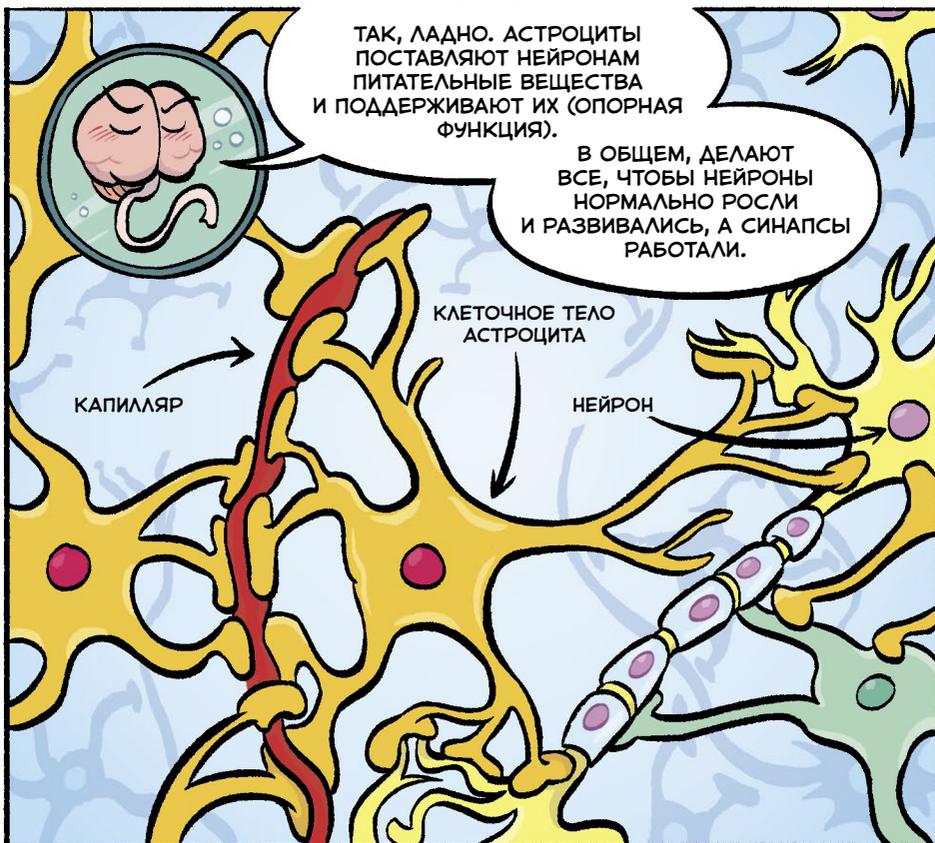
ТАК, ЛАДНО. АСТРОЦИТЫ  
ПОСТАВЛЯЮТ НЕЙРОНАМ  
ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА  
И ПОДДЕРЖИВАЮТ ИХ (ОПОРНАЯ  
ФУНКЦИЯ).

В ОБЩЕМ, ДЕЛАЮТ  
ВСЕ, ЧТОБЫ НЕЙРОНЫ  
НОРМАЛЬНО РОСЛИ  
И РАЗВИВАЛИСЬ, А СИНАПСЫ  
РАБОТАЛИ.

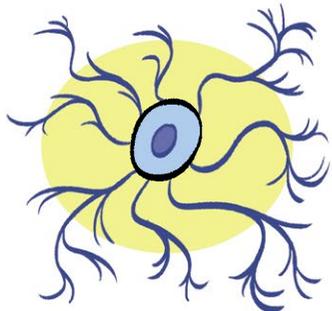
КАПИЛЛЯР

КЛЕТОЧНОЕ ТЕЛО  
АСТРОЦИТА

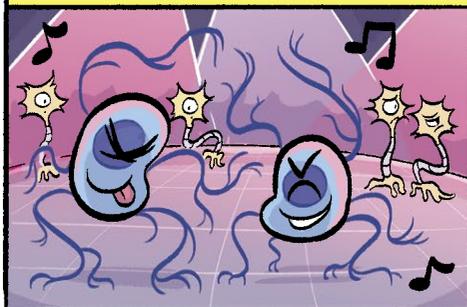
НЕЙРОН



**МИКРОГЛИИ – СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ИММУННЫЕ КЛЕТКИ. ОНИ ВСТРЕЧАЮТСЯ ТОЛЬКО В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ – МОЗГ СОСТОИТ ИЗ НИХ НА 10-15%.**



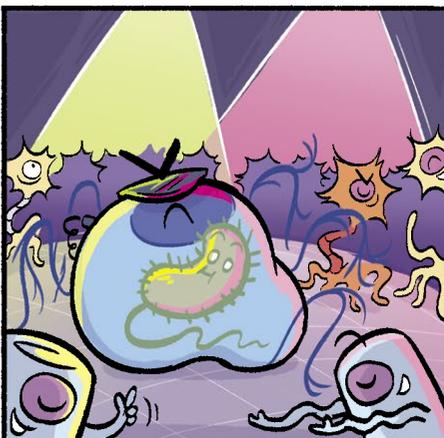
**ЭТО ОЧЕНЬ АКТИВНЫЕ КЛЕТКИ! ОНИ ТАК И СНУЮТ ПО МОЗГУ И ПОТОМУ ПОСТОЯННО МЕНЯЮТ ФОРМУ.**



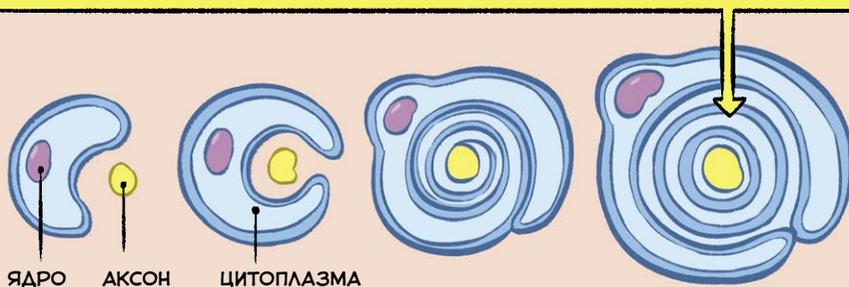
**ЧТОБЫ ПРОТИСКИВАТЬСЯ МЕЖДУ НЕЙРОНАМИ, МИКРОГЛИИ СИЛЬНО СЖИМАЮТСЯ И ВЫТЯГИВАЮТСЯ.**



**КОГДА МИКРОГЛИИ НУЖНО ПОГЛОТИТЬ «МУСОР» И ВЫНЕСТИ ЕГО ИЗ МОЗГА, ОНА ПРЕВРАЩАЕТСЯ В ПУЗЫРИК.**



ОЛИГОДЕНДРОЦИТЫ И ШВАННОВСКИЕ КЛЕТКИ ОЧЕНЬ ПОХОЖИ!  
И ТЕ И ДРУГИЕ ОБВИВАЮТСЯ ВОКРУГ АКСОНОВ ВО ВРЕМЯ МИЕЛИНИЗАЦИИ.  
ЭТО ПРОЦЕСС, В ХОДЕ КОТОРОГО ОБРАЗУЕТСЯ МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА.

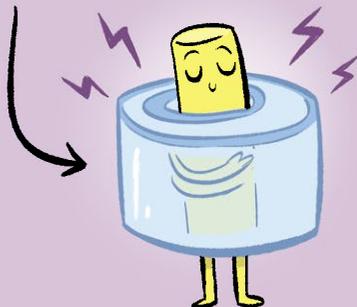


ОЛИГОДЕНДРОЦИТЫ И ШВАННОВСКИЕ КЛЕТКИ ПОДДЕРЖИВАЮТ  
И ЗАЩИЩАЮТ ДЛИННЫЕ ТОНКИЕ УСИКИ АКСОНОВ.

О НЕТ!  
Я НЕ ОДЕТ!

ВЕЩЕСТВО МИЕЛИН ОБВОЛАКИВАЕТ АКСОН  
И СЛУЖИТ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ И СМАЗКИ.

А-А-А,  
ВСЁ КАК  
В МОЕМ  
КОШМАРЕ!



МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА  
ПРЕДОТВРАЩАЕТ УТЕЧКУ  
ЗАРЯДА НЕРВНЫХ  
ИМПУЛЬСОВ,  
БЕГУЩИХ ПО АКСОНУ.

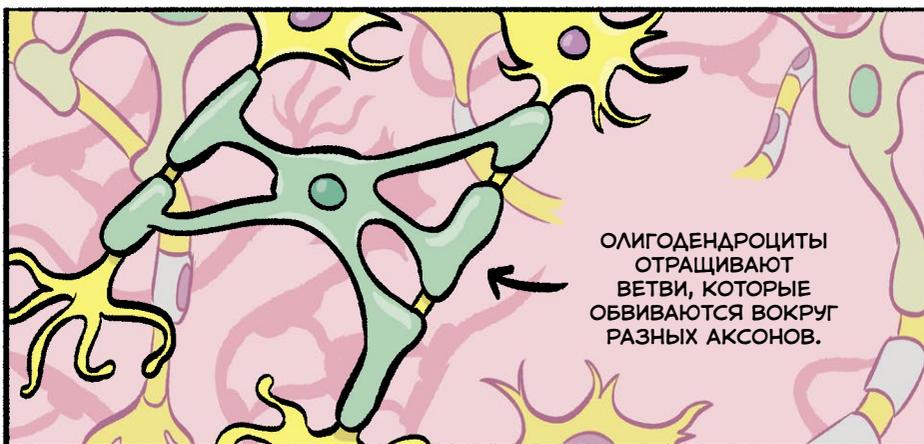


А ЕЩЕ ОНА УСКОРЯЕТ НЕРВНЫЕ  
ИМПУЛЬСЫ БОЛЕЕ ЧЕМ В 20 РАЗ!  
ЭТО И ЕСТЬ СМАЗКА.

НУ А В ЧЕМ ТОГДА РАЗНИЦА  
МЕЖДУ ОЛИГОДЕНДРОЦИТАМИ  
И ШВАННОВСКИМИ КЛЕТКАМИ?

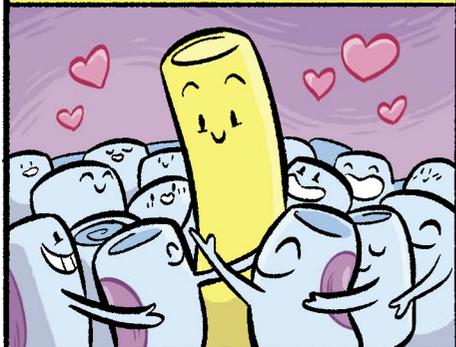


ГЛАВНОЕ ОТЛИЧИЕ В ТОМ, ЧТО  
ОЛИГОДЕНДРОЦИТЫ НАХОДЯТСЯ  
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ.  
ОНИ МОГУТ ПОДДЕРЖИВАТЬ  
И ЗАЩИЩАТЬ ДО 50 АКСОНОВ  
ОДНОВРЕМЕННО!



ОЛИГОДЕНДРОЦИТЫ  
ОТРАЩИВАЮТ  
ВЕТВИ, КОТОРЫЕ  
ОБВИВАЮТСЯ ВОКРУГ  
РАЗНЫХ АКСОНОВ.

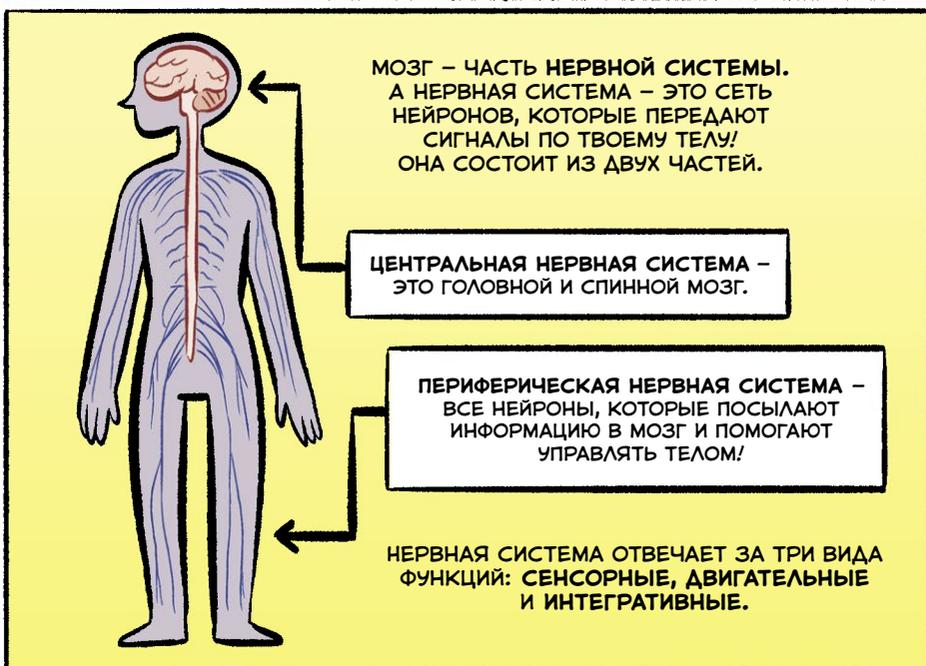
А ВОТ ШВАННОВСКИЕ КЛЕТКИ  
НАХОДЯТСЯ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ  
НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ.  
ОНИ ОБВИВАЮТСЯ ТОЛЬКО  
ВОКРУГ ОДНОГО АКСОНА.



ЗАТО  
НА КАЖДОМ АКСОНЕ  
МОГУТ БЫТЬ СОТНИ,  
ДАЖЕ ТЫСЯЧИ,  
ШВАННОВСКИХ КЛЕТОК!







**СЕНСОРНЫЕ ФУНКЦИИ** – ЭТО СБОР ИНФОРМАЦИИ ОБ ОКРУЖАЮЩЕМ МИРЕ, КОТОРАЯ ПОСТУПАЕТ ОТ ОРГАНОВ ЧУВСТВ. НАПРИМЕР, ЧЕРЕЗ ПРИКОСНОВЕНИЯ И ЗАПАХИ. ЭТО И ПРИЕМ СИГНАЛОВ ОТ ТЕЛА ВРОДЕ «Я ГОЛОДЕН?», «ГДЕ У МЕНЯ БОЛИТ?».



**ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ** ВКЛЮЧАЮТСЯ, СТОИТ ТОЛЬКО ПОШЕВЕЛИТЬСЯ. (А ЭТО, ПОЛАГАЮ, ПРОИСХОДИТ ДОВОЛЬНО ЧАСТО, РАЗ УЖ ТЕБЕ НЕ ПОВЕЗЛО ИМЕТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЕ ТЕЛО.)



**ИНТЕГРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ** – ЭТО ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ, ПОЛУЧЕННОЙ ОТ ОРГАНОВ ЧУВСТВ, И НАПРАВЛЕНИЕ КОМАНД К ДРУГИМ ЧАСТЯМ ТЕЛА. ЗДЕСЬ ПРИНИМАЮТСЯ РЕШЕНИЯ О НЕОБХОДИМЫХ ДЕЙСТВИЯХ. ДРУГИМИ СЛОВАМИ, ПРОИСХОДИТ МЫШЛЕНИЕ!



А ТЕПЕРЬ, КОГДА Я РАССКАЗАЛ О НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ, ИДИ-КА СЮДА!

**Н-НЕ СЕЙЧАС!**  
Я ДАЖЕ НЕ ЗНАЮ, КАК УСТРОЕНА НЕРВНАЯ СИСТЕМА!



ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ – УСТАНОВИТЬ СВЯЗЬ МЕЖДУ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМОЙ И ОСТАЛЬНЫМ ТЕЛОМ.



ПЕРИФЕРИЧЕСКАЯ СИСТЕМА СОСТОИТ ИЗ ДВУХ ЧАСТЕЙ:  
СОМАТИЧЕСКОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ.

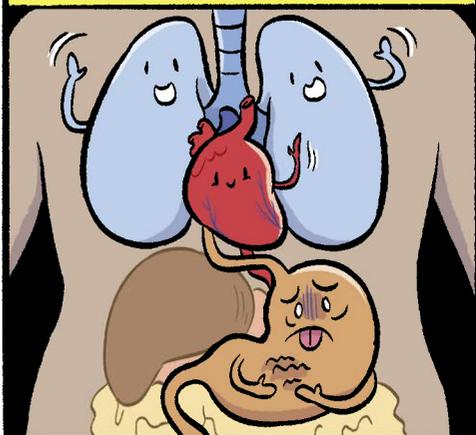
#### СОМАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

КОНТРОЛИРУЕТ ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВОИХ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ. ТАК НАЗЫВАЮТ МЫШЦЫ, ПРИКРЕПЛЕННЫЕ К КОСТЯМ. ОНА ТАКЖЕ СИГНАЛИЗИРУЕТ О БОЛИ, НАПРИМЕР КОГДА ТЫ УШИБЕШЬ ПАЛЕЦ НА НОГЕ.

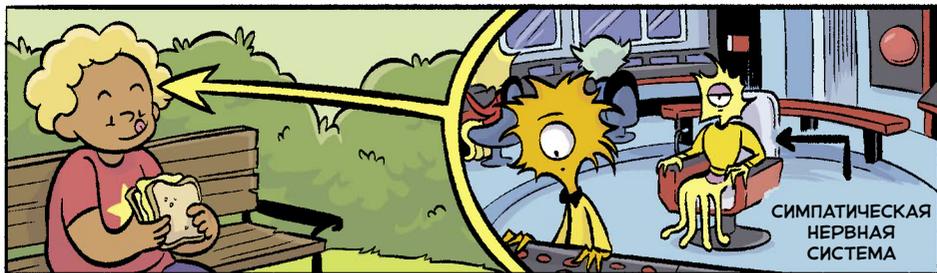


#### ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА

КОНТРОЛИРУЕТ ВСЕ НЕПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВОИХ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ И ЖЕЛЕЗ, НАПРИМЕР СЕРДЦА ИЛИ КИШЕЧНИКА. А ЕЩЕ ОНА СООБЩАЕТ О НЕПРИЯТНОСТЯХ, НАПРИМЕР О РАССТРОЙСТВЕ ЖЕЛУДКА!



**СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА ВХОДИТ В ВЕГЕТАТИВНУЮ И АКТИВИЗИРУЕТСЯ, ЕСЛИ ТЫ В ОПАСНОСТИ.**



**БЕЙ ИЛИ БЕГИ: ТАКАЯ РЕАКЦИЯ СРАБАТЫВАЕТ, ЕСЛИ ТЫ НАПРЯЖЕНА ИЛИ НАПУГАНА. НАПРИМЕР, ЕСЛИ ЗА ТОБОЙ ГОНИТСЯ ЛЕВ!**



**ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА ОТВЕЧАЕТ ЗА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОРГАНИЗМА. ВОЗВРАЩАЕТ ЕГО В СОСТОЯНИЕ ГОМЕОСТАЗА, ОСОБЕННО ПОСЛЕ ТОГО, КАК ТЕБЯ НАПУГАЛИ.**



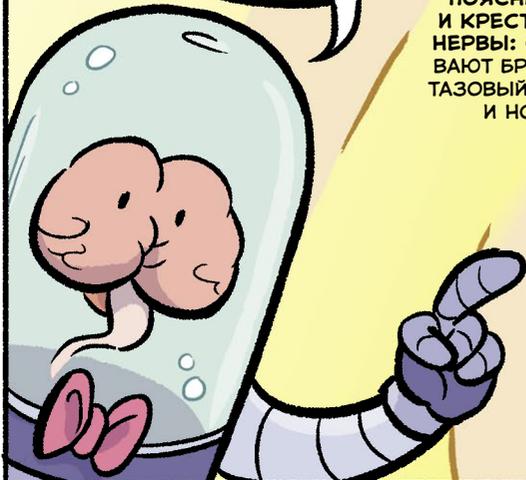


**ЦЕНТРАЛЬНАЯ  
НЕРВНАЯ СИСТЕМА**  
СОСТОИТ ИЗ ГОЛОВНОГО  
И СПИННОГО МОЗГА. И ДАВАЙ-  
КА НАЧНЕМ СО СПИННОГО!  
ОН СОЕДИНЯЕТ ГОЛОВНОЙ МОЗГ  
С ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ  
СИСТЕМОЙ.



СУЩЕСТВУЮТ ЧЕТЫРЕ  
ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ  
СПИНОМОЗГОВЫХ  
НЕРВОВ: ШЕЙНЫЕ,  
ГРУДНЫЕ, ПОЯСНИЧНЫЕ  
И КРЕСТЦОВЫЕ.

КАЖДАЯ ИЗ НИХ  
ОТВЕЧАЕТ  
ЗА ОЩУЩЕНИЯ  
И ДВИЖЕНИЯ  
В ОПРЕДЕЛЕННОЙ  
ЧАСТИ ТЕЛА!



**ШЕЙНЫЕ НЕРВЫ:**  
ЭТИ НЕРВЫ РАС-  
ПОЛОЖЕНЫ В ШЕЕ.  
ЗОНА ИХ ОТВЕТ-  
СТВЕННОСТИ –  
РУКИ, ШЕЯ И ПЛЕ-  
ЧЕВОЙ ОТДЕЛ.

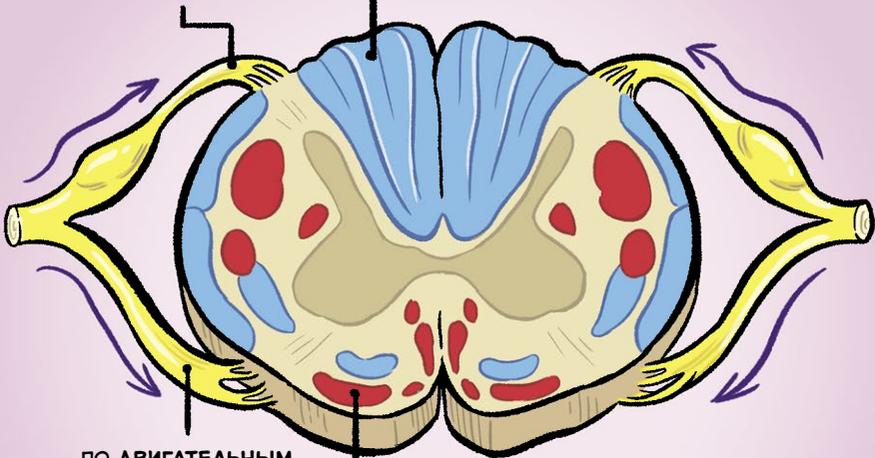
**ГРУДНЫЕ  
НЕРВЫ:**  
ИХ МЕСТО –  
В СРЕДНЕМ,  
ГРУДНОМ,  
ОТДЕЛЕ ТЕЛА.

**ПОЯСНИЧНЫЕ  
И КРЕСТЦОВЫЕ  
НЕРВЫ:** ОХВАТЫ-  
ВАЮТ БРЮШНОЙ,  
ТАЗОВЫЙ ОТДЕЛЫ  
И НОГИ.



СЕНСОРНЫЕ НЕРВЫ ПЕРЕДАЮТ ИНФОРМАЦИЮ ОТ ТЕЛА К ВОСХОДЯЩИМ ПУТЯМ.

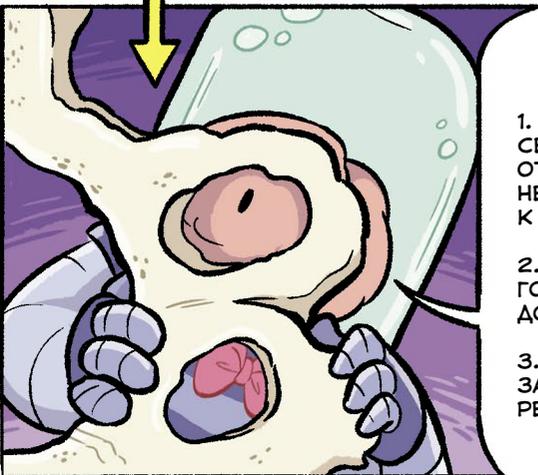
ВОСХОДЯЩИЕ ПУТИ ИНФОРМИРУЮТ МОЗГ, НАПРИМЕР О ПРИКОСНОВЕНИИ И ТЕМПЕРАТУРЕ. А ЕЩЕ СООБЩАЮТ, ГДЕ НАХОДЯТСЯ КОНЕЧНОСТИ ПО ОТНОШЕНИЮ К ТЕЛУ.



ПО ДВИГАТЕЛЬНЫМ НЕРВАМ МЫШЦЫ ПОЛУЧАЮТ КОМАНДЫ ОТ МОЗГА.

НИСХОДЯЩИЕ ПУТИ ПЕРЕДАЮТ ИНФОРМАЦИЮ ОТ МОЗГА К ОСТАЛЬНЫМ ЧАСТЯМ ТЕЛА. ИМЕННО ТАК ТЫ ДВИГАЕШЬ РУКАМИ И НОГАМИ. ТАК ТВОЕ ТЕЛО ЗНАЕТ, КОГДА НУЖНО ВЫПОЛНЯТЬ РАЗНУЮ РАБОТУ, НАПРИМЕР ДЫШАТЬ ИЛИ КАКАТЬ!

СПИНОМОЗГОВЫЕ НЕРВЫ (ИЛИ НЕРВНЫЕ КОРЕШКИ) БЕРУТ НАЧАЛО В СПИННОМ МОЗГЕ. ОНИ ПРОХОДЯТ ЧЕРЕЗ ПОЗВОНКИ ПО СПЕЦИАЛЬНЫМ КАНАЛАМ – ПОЗВОНОЧНЫМ ОТВЕРСТИЯМ.



У СПИННОГО МОЗГА ТРИ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

1. ПЕРЕДАВАТЬ СЕНСОРНУЮ ИНФОРМАЦИЮ ОТ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ К ГОЛОВНОМУ МОЗГУ.
2. ДОНОСИТЬ КОМАНДЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ДО ДРУГИХ ЧАСТЕЙ ТЕЛА.
3. ОТВЕЧАТЬ ЗА СПИНОМОЗГОВЫЕ РЕФЛЕКСЫ.

ТЕМ ВРЕМЕНЕМ...

МАМА, Я СТРОГО ДОПРОСИЛА ПОДОЗРЕВАЕМЫХ ИЗ СЕДЬМОГО ОТРЯДА. ВОТ ТОЛЬКО В ПОИСКАХ НЕ ПРОДВИНУЛАСЬ. НО РАССЛЕДОВАНИЕ ПРОДОЛЖАЕТСЯ...

ВОТ, МИЛАЯ, ВОЗЬМИ ПЕЧЕНЬЕ!

А КТО ЕГО ГОТОВИЛ?  
ПАХНЕТ ГОРЕЛЫМ.

Я ПОМОГАЛА!  
ТВОЕМУ ОЦУ  
ПРИШЛОСЬ  
ОТВЕТИТЬ  
НА ЗВОНОК.

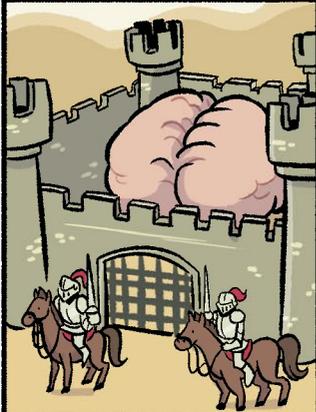
ЭТО ИМБИРНОЕ  
ПЕЧЕНЬЕ!  
НА ВКУС  
ЛУЧШЕ,  
ЧЕМ  
ПАХНЕТ!

ПЕЧЕНЬЕ  
СО ВКУСОМ  
ГАРИ  
И ОБМАНА.

БЕЕЕЕ!

НИКТО  
НЕ ЦЕНИТ  
ИСТИННЫХ  
ГЕНИЕВ!

ОЧЕВИДНО, ЧТО МОЗГ ОЧЕНЬ ВАЖЕН. ЕСЛИ БОЛЬШИНСТВО НЕЙРОНОВ ПОВРЕДЯТСЯ, ТО ЗАМЕНИТЬ ИХ БУДЕТ НЕ ТАК-ТО ЛЕГКО. ТАК ЧТО ОРГАНИЗМ ДЕЛАЕТ ВСЁ, ЧТОБЫ ИХ УБЕРЕЧЬ!



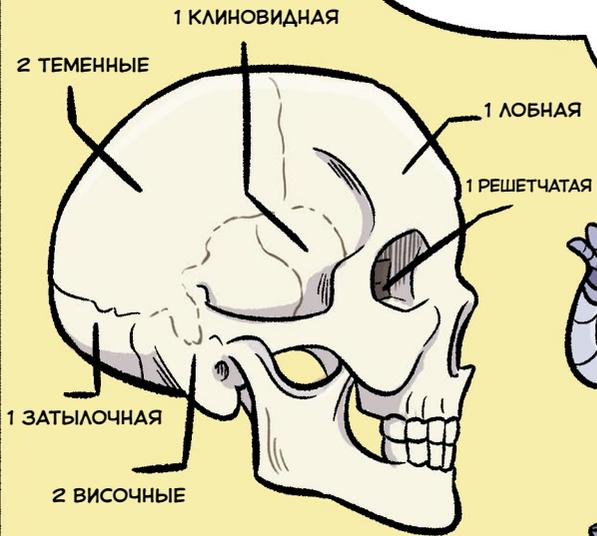
ЧЕРЕП – ОПОРА И ЗАЩИТА ГОЛОВНОГО МОЗГА. ТОЛЩИНА ЧЕРЕПА – ОТ 6,5 ДО 7,1 МИЛЛИМЕТРА, А ВЕДЬ ЕСТЬ ЕЩЕ МЫШЦЫ, КОЖА И ВОЛОСЫ.



ЭТО ПЕРВАЯ ЛИНИЯ ОБОРОНЫ! ЧЕРЕП СОСТОИТ ИЗ ВОСЬМИ ОТДЕЛЬНЫХ КОСТЕЙ, КОТОРЫЕ СРАСТАЮТСЯ, КОГДА ТЫ СТАНОВИШЬСЯ СТАРШЕ.

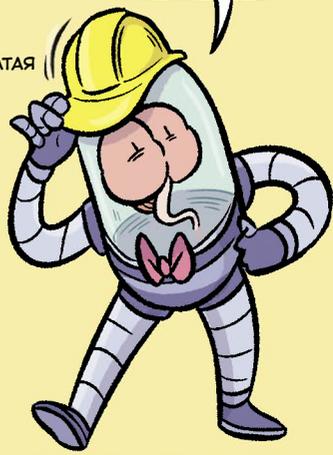


ВОТ ВОСЕМЬ КОСТЕЙ ЧЕРЕПА:



ЧЕРЕП ВЫДЕРЖИТ ПАДЕНИЕ ИЛИ НЕСИЛЬНЫЙ УДАР. НО ПРОТИВ АВТОМОБИЛЯ ИЛИ АСФАЛЬТА ЕМУ НЕ ВЫСТОЯТЬ.

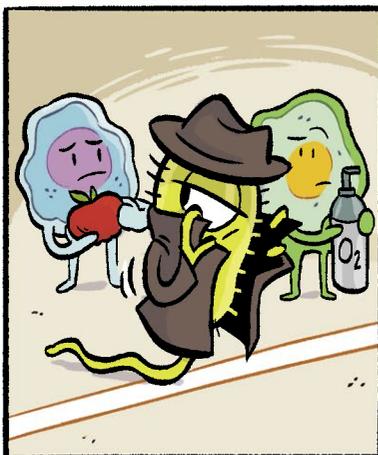
НАДЕВАЙ ШЛЕМ, ЧТОБЫ ЗАЩИТИТЬ СВОЙ ПРЕКРАСНЫЙ ДРАГОЦЕННЫЙ МОЗГ!



СЛЕДУЮЩАЯ ЛИНИЯ ЗАЩИТЫ –  
ЭТО ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ  
БАРЬЕР!



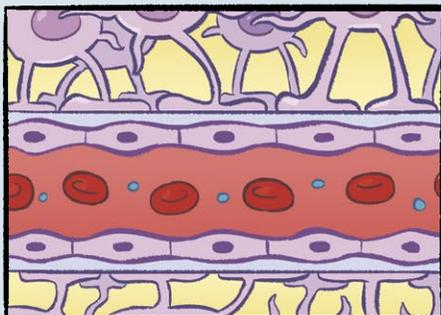
ОН НЕ ЗРЯ НАЗЫВАЕТСЯ БАРЬЕРОМ.  
ЭТО ГРАНИЦА, ЧЕРЕЗ КОТОРУЮ  
ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА НЕ МОГУТ  
ПРОНИКНУТЬ В МОЗГ.



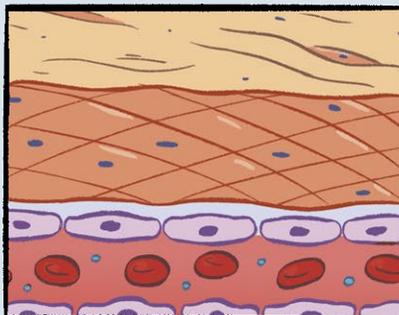
А ВОТ ВСЕМУ ПОЛЕЗНОМУ ПУТЬ ОТКРЫТ.  
С КРОВЬЮ К МОЗГУ ПОСТУПАЮТ  
КИСЛОРОД И ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА.



ТЕМ НЕ МЕНЕЕ КРОВЬ ПРОНИКАЕТ ЧЕРЕЗ ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР  
НЕ ТАК СВОБОДНО, КАК ТЕЧЕТ ПО ВЕНАМ И АРТЕРИЯМ.



ГЕМАТОЭНЦЕФАЛИЧЕСКИЙ БАРЬЕР



ОБЫЧНЫЕ ВЕНЫ И АРТЕРИИ

И НАКОНЕЦ, ЕЩЕ ОДИН СЛОЙ ЗАЩИТЫ – ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОГО МОЗГА.

ОБОЛОЧКИ?  
Я ЧТО-ТО О НИХ СЛЫШАЛА.  
ВРОДЕ ОНИ КАК-ТО СВЯЗАНЫ С МЕНИНГИТОМ.

ОБОЛОЧКИ ОКРУЖАЮТ ГОЛОВНОЙ МОЗГ. А МЕНИНГИТОМ НАЗЫВАЮТ ИХ ВОСПАЛЕНИЕ.



ВСЕГО ИХ ТРИ.

**ТВЕРДАЯ ОБОЛОЧКА** – ЭТО ПРОЧНАЯ МЕМБРАНА, КОТОРАЯ НЕ ДАЕТ МОЗГУ РАСПОЛЗТИСЬ. А ЕЩЕ ОНА ПРЕПЯТСТВУЕТ УТЕЧКЕ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ ИЗ ЧЕРЕПА.



**МЯГКАЯ ОБОЛОЧКА** НАХОДИТСЯ БЛИЖЕ ВСЕГО К МОЗГУ И ОБЕРЕГАЕТ ЕГО ОТ ПОПАДАНИЯ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ.

СПИННОМОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ? ОНА БУДТО ПОДУШКА ДЛЯ МОЗГА, ДА?

ИМЕННО ТАК! ВСЕ РАВНО ЧТО ОТЛИЧНЫЙ, УДОБНЫЙ ВОДЯНОЙ МАТРАС.



СПИННОМОЗГОВАЯ ЖИДКОСТЬ НУЖНА, ЧТОБЫ МЯГКИЙ УЯЗВИМЫЙ МОЗГ НЕ БИЛСЯ О ЧЕРЕП КАЖДЫЙ РАЗ НА ОСТАНОВКАХ ИЛИ ПОВОРОТАХ!





НА ЧЕМ ЖЕ МЫ ОСТАНОВИЛИСЬ? АХ ДА! МОЗГ ДЕЛИТСЯ НА ЧЕТЫРЕ ОБЛАСТИ, И У КАЖДОЙ СВОЯ ВАЖНАЯ РОЛЬ.



**КОНЕЧНЫЙ МОЗГ** – ЭТО САМАЯ БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ МОЗГА, ОКОЛО 70% ЕГО МАССЫ. ОНА ЗАВЕДУЕТ САМЫМ ИНТЕРЕСНЫМ, НАПРИМЕР МЫСЛЯМИ, РАЗГОВОРАМИ И ОБУЧЕНИЕМ.



**ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ** ПОМОГАЕТ РЕГУЛИРОВАТЬ РАБОТУ ОРГАНИЗМА.

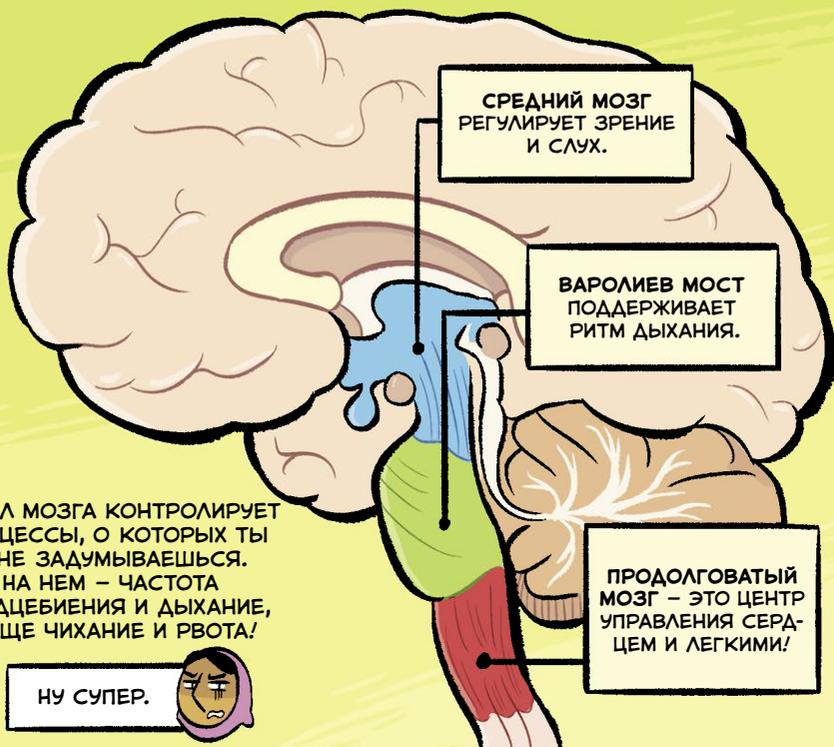


**МОЗЖЕЧОК** НЕЗАМЕНИМ ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ. ОН СООБЩАЕТ МУСКУЛАМ ТЕЛА, КАК СОХРАНЯТЬ РАВНОВЕСИЕ И ДВИГАТЬСЯ! ВОТ ПОЧЕМУ ТЕБЕ НЕ НУЖНО ДУМАТЬ, КАК ШАГАТЬ ИЛИ ТЯНУТЬСЯ К ЧЕМУ-ТО. МОЗЖЕЧОК ДЕЛАЕТ ЗА ТЕБЯ ВСЮ РАБОТУ!



**СТВОЛ МОЗГА** ОТВЕЧАЕТ ЗА БОЛЬШИНСТВО АВТОМАТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА. НАПРИМЕР, ЕСЛИ ТЫ БЕЖИШЬ, ОН ПОМОГАЕТ ТЕБЕ ДЫШАТЬ И ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ УСКОРЯЕТ СЕРДЦЕБИЕНИЕ. ЭТО ДРЕВНЕЙШАЯ ЧАСТЬ МОЗГА, ОНА ПОЯВИЛАСЬ ПЕРВОЙ.

В СТВОЛЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА ТРИ ЧАСТИ.



СТВОЛ МОЗГА КОНТРОЛИРУЕТ ПРОЦЕССЫ, О КОТОРЫХ ТЫ И НЕ ЗАДУМЫВАЕШЬСЯ. НА НЕМ – ЧАСТОТА СЕРДЦЕБИЕНИЯ И ДЫХАНИЕ, А ЕЩЕ ЧИХАНИЕ И РВОТА!

НУ СУПЕР.



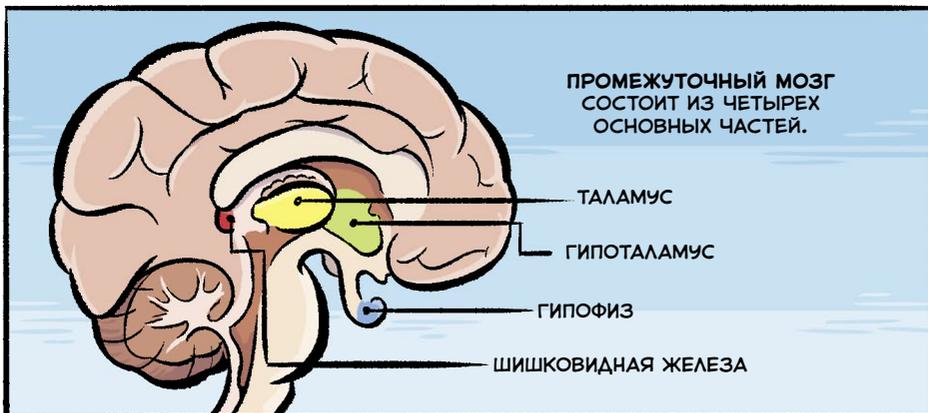
СТВОЛ МОЗГА ТАКЖЕ ЗАПУСКАЕТ ВОЗБУЖДЕНИЕ. ОН ПЕРЕВОДИТ ОРГАНИЗМ В РЕЖИМ ВЫЖИВАНИЯ, ЕСЛИ СЧИТАЕТ, ЧТО ТЫ В ОПАСНОСТИ. ВОТ ТЕБЕ ПРИМЕР: ТЫ УЖЕ ПОЧТИ ЗАСНУЛА...



...А ПОТОМ ВДРУГ КАК ПОДСКОЧИШЬ БЕЗ ВСЯКОЙ ПРИЧИНЫ! ЭТО СТВОЛУ МОЗГА ПОКАЗАЛОСЬ, ЧТО ТЫ ПАДАЕШЬ, А ТЫ ВСЕГОНАВСЕГО ЗАДРЕМАЛА.



ИНОГДА Я ПУТАЮСЬ.



ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ  
СОСТОИТ ИЗ ЧЕТЫРЕХ  
ОСНОВНЫХ ЧАСТЕЙ.

ТАЛАМУС

ГИПОТАЛАМУС

ГИПОФИЗ

ШИШКОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

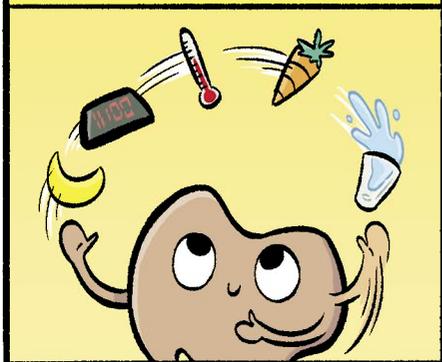
ТАЛАМУС – РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР. ОН СОБИРАЕТ И СОРТИРУЕТ СЕНСОРНУЮ ИНФОРМАЦИЮ, А ЗАТЕМ НАПРАВЛЯЕТ ЕЕ В ДРУГИЕ ЧАСТИ ТЕЛА.



ТАЛАМУС ТАКЖЕ  
ПОДКЛЮЧАЕТСЯ  
ВО ВРЕМЯ СНА, РЕЧИ  
И ОБУЧЕНИЯ.

ОН ПОХОЖ  
НА ЯЙЦО.

ГИПОТАЛАМУС РЕГУЛИРУЕТ РАБОТУ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ. ОН СООБЩАЕТ ТЕБЕ, КОГДА НУЖНО ИДТИ СПАТЬ ИЛИ ПРОСЫПАТЬСЯ, КОГДА ТЫ ХОЧЕШЬ ЕСТЬ ИЛИ ПИТЬ. А ЕЩЕ ОН КОНТРОЛИРУЕТ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕЛА.



ГИПОФИЗ – «ГЛАВНАЯ ЖЕЛЕЗА» ОРГАНИЗМА. ОН РАЗМЕРОМ С ГОРОШИНУ И ПРОИЗВОДИТ ГОРМОНЫ, КОТОРЫЕ ПОМОГАЮТ ТЕБЕ РАСТИ И РАЗВИВАТЬСЯ. А ЕЩЕ ГИПОФИЗ РЕГУЛИРУЕТ КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ.

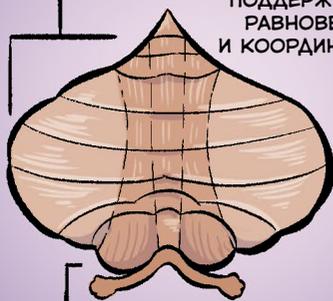


ГИПОФИЗ  
ВЫРАБАТЫВАЕТ  
МЕЛАТОНИН, КОТОРЫЙ  
КОНТРОЛИРУЕТ  
ЦИКЛ СНА.

**А ВОТ ЧЕМ ЗАНЯТЫ ОТДЕЛЫ  
МОЗЖЕЧКА.**

НЕОЦЕРЕБЕЛЛУМ ПОМОГАЕТ МОЗГУ ПЛАНИРОВАТЬ ДВИЖЕНИЯ, СОГЛАСОВЫВАЯ ИХ С СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ.

ПАЛЕОЦЕРЕБЕЛЛУМ ПОДДЕРЖИВАЕТ РАВНОВЕСИЕ И КООРДИНАЦИЮ.



АРХИЦЕРЕБЕЛЛУМ  
КООРДИНИРУЕТ ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ.

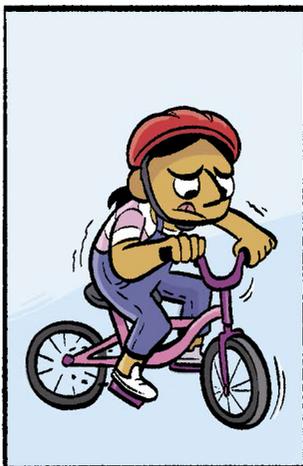
**В МОЗЖЕЧКЕ СОДЕРЖИТСЯ ОКОЛО ПОЛОВИНЫ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА, ХОТЯ ОН ЗАНИМАЕТ 10% ЕГО ОБЪЕМА!**

МОЗЖЕЧОК – САМЫЙ МИЛЫЙ КУСОЧЕК МОЗГА! АГУ-У-У. ТЫ ТОЛЬКО ГЛЯНЬ, НУ РАЗВЕ ОН НЕ МИМИ? ТАК И ХОЧЕТСЯ ПОТИСКАТЬ!

НУ ДА, ОН ВРОДЕ КАК НЯШЕЧКА. МИЛЫЙ СКЛИЗКИЙ МОЗГОНЯША.



**МОЗЖЕЧОК ОТВЕЧАЕТ ЗА РАВНОВЕСИЕ И КООРДИНАЦИЮ ДВИЖЕНИЙ. ОН ХРАНИТ В СЕБЕ ИНФОРМАЦИЮ ОБО ВСЕХ ЗАУЧЕННЫХ ДВИЖЕНИЯХ, НАПРИМЕР ПРИЕМЫ КАРАТЕ И НАВЫКИ ЕЗДЫ НА ВЕЛОСИПЕДЕ.**



**МОЗЖЕЧОК ПОМОГАЕТ ТЕБЕ УПРАВЛЯТЬ СВОИМ ТЕЛОМ. НО ОН НЕ ВОСПРОИЗВОДИТ ДВИЖЕНИЯ САМ ПО СЕБЕ. ЗДЕСЬ НИКУДА БЕЗ КОНЕЧНОГО МОЗГА!**

ЭТО ПОДВОДИТ НАС К...  
КОНЕЧНОМУ МОЗГУ! ЧЕСТНО  
ГОВОРЯ, ЭТО МОЯ ЛЮБИМАЯ  
ЧАСТЬ! Я ЕГО ПРОСТО ОБОЖАЮ!



И САМАЯ КРУПНАЯ! ОНА ОТВЕЧАЕТ  
ЗА РЕЧЬ, ВОСПРИЯТИЕ, ПРИНЯТИЕ  
РЕШЕНИЙ И ВООБРАЖЕНИЕ. ЗДЕСЬ  
ИНТЕРПРЕТИРУЮТСЯ ОЩУЩЕНИЯ  
И ПРОИСХОДИТ ВЕСЬ  
ПРОЦЕСС МЫШЛЕНИЯ.



ЕДВА ВЗГЛЯНУВ НА КОНЕЧНЫЙ МОЗГ,  
ТЫ УЛОВИШЬ СХОДСТВО...



ЭМ-М, ОН И ПРАВДА НАПОМИНАЕТ  
СПАГЕТТИ. НО С ГАЗЕТОЙ У НЕГО  
ГОРАЗДО БОЛЬШЕ ОБЩЕГО.



КОРА БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ СОСТОИТ ИЗ ТЕЛ НЕЙРОНОВ. БЛАГОДАРЯ ИХ ОКРАСКЕ ЭТУ ТКАНЬ МОЗГА НАЗЫВАЮТ СЕРЫМ ВЕЩЕСТВОМ.



АКСОНЫ ЭТИХ НЕЙРОНОВ ИМЕЮТ СВЯЗИ ПО ВСЕМУ МОЗГУ. БОГАТЫЙ АКСОНАМИ СЛОЙ НАЗЫВАЕТСЯ БЕЛЫМ ВЕЩЕСТВОМ, ВЕДЬ ПЛОТНЫЕ МИЕЛИНОВЫЕ ОБОЛОЧКИ КАК РАЗ БЕЛОГО ЦВЕТА.

НЕОКОРТЕКС – ЭТО 90% КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ И 75% ВСЕГО ГОЛОВНОГО МОЗГА. ОН ПОХОЖ НА ПЛАЩ, КОТОРЫЙ ПОКРЫВАЕТ ОСТАЛЬНУЮ МОЗГ.

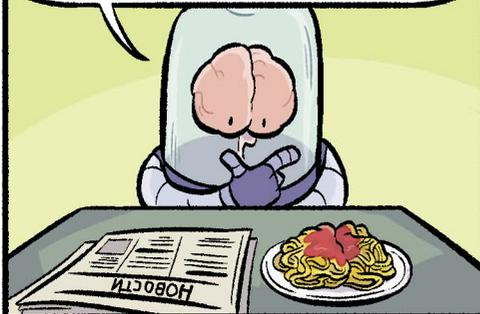


2,3-2,8 мм

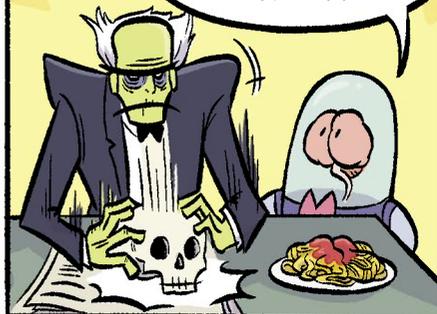
НА САМОМ ДЕЛЕ  
ОН НАМНОГО  
БОЛЬШЕ, ЧЕМ  
КАЖЕТСЯ.

НЕОКОРТЕКС (КОРА БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ) ОБРАЗОВАЛСЯ ИЗ КОНЕЧНОГО МОЗГА, СОСТОИТ ИЗ ШЕСТИ СЛОЕВ КЛЕТОК. ОН ОЧЕНЬ ТОНОК, ВСЕГО 2,3-2,8 мм, НО ЗАЙМЕТ МНОГО МЕСТА, ЕСЛИ ЕГО РАЗГЛАДИТЬ.

ВИДИШЬ ЛИ, ГОРКА СПАГЕТТИ СОСТОИТ ИЗ МНОЖЕСТВА ОТДЕЛЬНЫХ МАКАРОНИН. А НЕОКОРТЕКС – ЭТО СКОРЕЕ БОЛЬШАЯ ЛИПКАЯ ГАЗЕТА, КОТОРУЮ СМИНАЛИ СНОВА И СНОВА, ЧТОБЫ ЗАТОЛКАТЬ В ЧЕРЕП.



ЕСЛИ РАСПРЯМИТЬ НЕОКОРТЕКС, ЕГО ПЛОЩАДЬ БУДЕТ ОКОЛО ПОЛОВИНЫ КВАДРАТНОГО МЕТРА – КАК РАЗ С ГАЗЕТУ. НУ ИЛИ КОРОБКУ ИЗ-ПОД ПИЦЦЫ.



ТАК КРУТО И МЕРЗКО СРАЗУ!



КАК ПОЧТИ ВСЁ В БИОЛОГИИ.

ПОСКОЛЬКУ НЕОКОРТЕКС «СМЯТ», ВСЯ ЭТА БОЛЬШАЯ ОБОЛОЧКА ЛЕГКО УМЕЩАЕТСЯ ВНУТРИ ЧЕРЕПА.



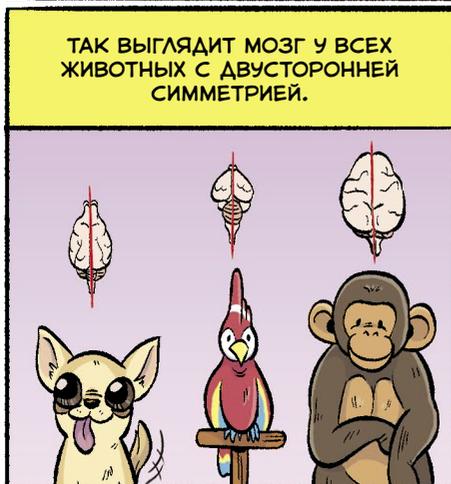
КАК РЕЗУЛЬТАТ – БОЛЬШЕ МОЗГОВ!

НЕРОВНОСТИ, КОТОРЫЕ ОБРАЗУЮТСЯ НА ПОВЕРХНОСТИ, НАЗЫВАЮТ БОРОЗДАМИ И ИЗВИЛИНАМИ.

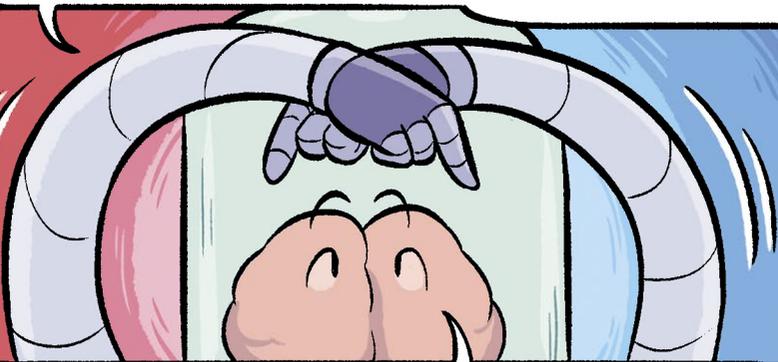
БОРОЗДА – КАНАВКА В МОЗГОВОМ ВЕЩЕСТВЕ.

ИЗВИЛИНЫ – СКЛАДКИ ПО ОБЕ СТОРОНЫ БОРОЗДЫ.





ЛЕВОЕ ПОЛУШАРИЕ ОТВЕЧАЕТ ЗА ПРАВУЮ СТОРОНУ ТЕЛА.  
ВСЕ, ЧТО ТЫ СЛЫШИШЬ ПРАВЫМ УХОМ, ВИДИШЬ ПРАВЫМ ГЛАЗОМ,  
ОБРАБАТЫВАЕТСЯ В ЛЕВОЙ ЧАСТИ МОЗГА!



С ПРАВЫМ ПОЛУШАРИЕМ ТАКАЯ ЖЕ ИСТОРИЯ. ОНО УПРАВЛЯЕТ  
ЛЕВОЙ СТОРОНОЙ ТЕЛА!

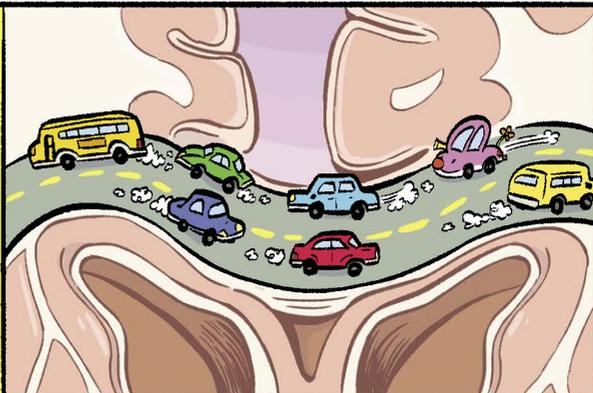
Я-ТО ДУМАЛА,  
ЧТО ОДНА СТОРОНА  
МОЗГА ПОМОГАЕТ  
С ТВОРЧЕСТВОМ,  
А ДРУГАЯ –  
С МАТЕМАТИКОЙ.



НЕКОТОРЫЕ ФУНКЦИИ,  
ТАКИЕ КАК ЯЗЫК И РЕЧЬ,  
ОТНОСЯТСЯ К ОПРЕДЕЛЕННОЙ  
ПОВОЛИНЕ. НО БОЛЬШИНСТВО  
ЗАДАЧ ВЫПОЛНЯЮТ ОБА  
ПОЛУШАРИЯ. ДА, ОНИ  
РАЗНЫЕ, НО ЭТО  
СТОРОНЫ ОДНОЙ  
МЕДАЛИ!



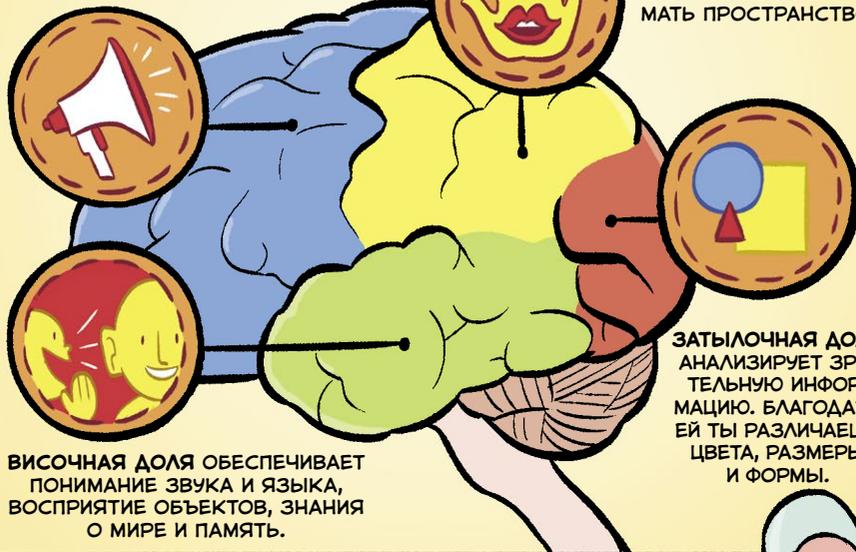
ПОЛУШАРИЯ  
СОЕДИНЕНЫ  
МОЗОЛИСТЫМ  
ТЕЛОМ. ЭТО ТОЛСТЫЙ  
МОСТ ИЗ АКСОНОВ.  
ОН ЧЕМ-ТО ПОХОЖ  
НА СУПЕРМАГИСТРАЛЬ,  
КОТОРАЯ ПОЗВОЛЯЕТ  
ПОВОЛИНКАМ  
МОЗГА ОБЩАТЬСЯ,  
ПРИЧЕМ С ОГРОМНОЙ  
СКОРОСТЬЮ.



В КОНЕЧНОМ МОЗГЕ ЧЕТЫРЕ ДОЛИ. ОНИ СВЯЗАНЫ СО ВСЕМ МОЗГОМ И ВЫПОЛНЯЮТ МНОЖЕСТВО ФУНКЦИЙ. РАССКАЖУ О САМЫХ ГЛАВНЫХ.

**ЛОБНАЯ ДОЛЯ**  
ДАЕТ КОМАНДЫ И ОБРАБАТЫВАЕТ ИНФОРМАЦИЮ. ТАКЖЕ ОТВЕЧАЕТ ЗА САМОКОНТРОЛЬ.

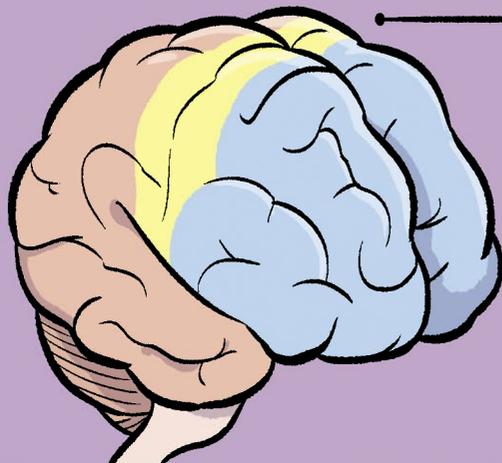
**ТЕМЕННАЯ ДОЛЯ**  
РАСПОЗНАЕТ РЕЧЬ И ПРИКОСНОВЕНИЯ, ПОМОГАЕТ ВОСПРИНИМАТЬ ПРОСТРАНСТВО.



**ВИСОЧНАЯ ДОЛЯ** ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПОНИМАНИЕ ЗВУКА И ЯЗЫКА, ВОСПРИЯТИЕ ОБЪЕКТОВ, ЗНАНИЯ О МИРЕ И ПАМЯТЬ.

**ЗАТЫЛОЧНАЯ ДОЛЯ**  
АНАЛИЗИРУЕТ ЗРИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ. БЛАГОДАРЯ ЕЙ ТЫ РАЗЛИЧАЕШЬ ЦВЕТА, РАЗМЕРЫ И ФОРМЫ.

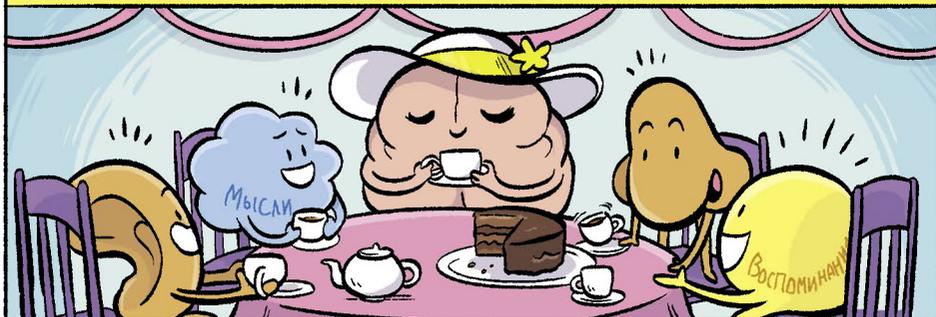
ТВОЯ ЛИЧНОСТЬ, ЭМОЦИИ И СПОСОБНОСТЬ ПЛАНИРОВАТЬ БУДУЩЕЕ – ВСЕ ЭТО В ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ. ЗДЕСЬ ХРАНИТСЯ ТО, ЧТО ДЕЛАЕТ ТЕБЯ УНИКАЛЬНОЙ.



**ДВИГАТЕЛЬНАЯ КОРА**  
УПРАВЛЯЕТ ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ДВИЖЕНИЯМИ ТЕЛА.

**ПРЕФРОНТАЛЬНАЯ КОРА**  
КОНТРОЛИРУЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ.

В ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ БОЛЬШЕ ВСЕГО НЕЙРОННЫХ СВЯЗЕЙ!  
ИМЕННО ЗДЕСЬ ПРИНИМАЮТСЯ РЕШЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРЕДЫДУЩЕГО ОПЫТА  
И ПОЛУЧЕННЫХ СТИМУЛОВ.



ПРЕФРОНТАЛЬНАЯ КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА ПОЗВОЛЯЕТ ТЕБЕ  
СТРОИТЬ ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПЛАНЫ, СТАВИТЬ ЦЕЛИ, ОБЩАТЬСЯ С ДРУГИМИ  
ЛЮДЬМИ, КОНТРОЛИРОВАТЬ СВОИ ЭМОЦИИ И ДАЖЕ ОТКЛАДЫВАТЬ  
УДОВОЛЬСТВИЕ НА ПОТОМ!



НЕ ДЕЛИСЬ ТОРТOM!  
СЪЕШЬ ЕГO  
ВЕСЬ!

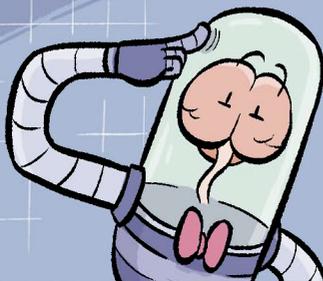


СТУК!



РАЗДЕЛИШЬ  
СО МНОЮ ПОСЛЕДНИЙ  
КУСОЧЕК ТОРТА?

ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ФУНКЦИЙ  
ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЫ – ТОРМОЖЕНИЕ.  
ОНО МЕШАЕТ ТЕБЕ ДЕЛАТЬ  
ВСЯКИЕ ГЛУПОСТИ, КОТОРЫЕ ТО И ДЕЛО  
ПРИХОДЯТ В ГОЛОВУ.

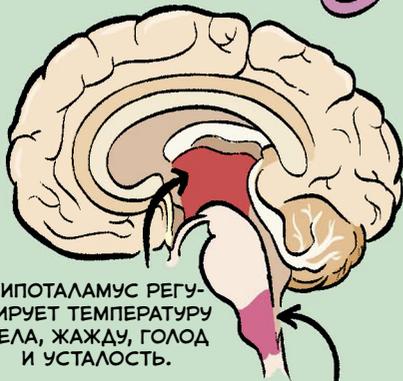


НАПРИМЕР,  
ПОХИТИТЬ РЕБЕНКА,  
ЧТОБЫ ИЗВЛЕЧЬ  
ЕГО МОЗГ?

ДА!  
ИМЕННО!

ЕСТЬ ДВА ТИПА ДВИЖЕНИЙ:  
ОБ ОДИНХ ТЫ ДУМАЕШЬ,  
О ДРУГИХ – НЕТ.

Я МОГУ ДВИГАТЬСЯ  
НЕ ДУМАЯ?



ГИПОТАЛАМУС РЕГУЛИРУЕТ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕЛА, ЖАЖДУ, ГОЛОД И УСТАЛОСТЬ.

ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ ОБРАБАТЫВАЕТ ИНФОРМАЦИЮ ОТ ЖЕЛУДКА И СЕРДЦА.

КОНЕЧНО МОЖЕШЬ! И ДЕЛАЕШЬ  
ЭТО ПОСТОЯННО! СЕРДЦЕ  
БЬЕТСЯ, ПИЩА ПЕРЕВАРИВАЕТСЯ,  
ТЫ ОТДЕРГИВАЕШЬ РУКУ ОТ  
ГОРЯЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ – ВСЕ ЭТО  
ПРОИСХОДИТ НЕОСОЗНАННО.



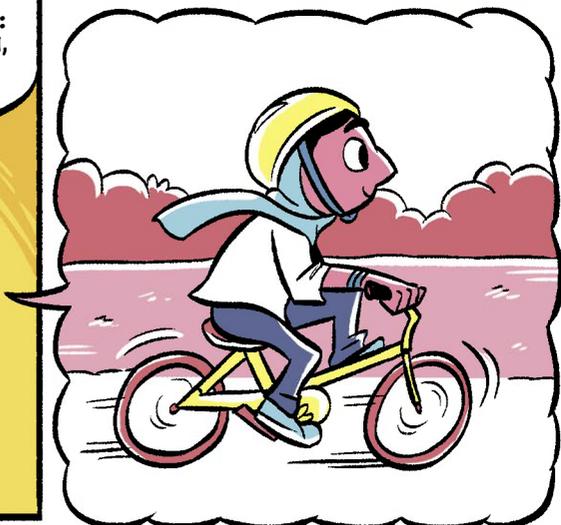
ВСЕ, ЧТО В ОРГАНИЗМЕ  
ПРОИСХОДИТ КАК БЫ САМО  
ПО СЕБЕ (КРОМЕ РЕФЛЕКСОВ),  
РЕГУЛИРУЕТ ВЕГЕТАТИВНАЯ  
НЕРВНАЯ СИСТЕМА. НАПРИМЕР  
ДЫХАНИЕ, ПОДДЕРЖАНИЕ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА, ГОЛОД  
И ЖАЖДУ И ТОМУ ПОДОБНОЕ.



РАЗНЫЕ ЧАСТИ  
ТЕЛА – ОРГАНЫ,  
КОСТИ, КОЖА –  
ДОЛЖНЫ ДЕЙСТВОВАТЬ  
СЛАЖЕННО, ЧТОБЫ  
ОРГАНИЗМ РАБОТАЛ  
КАК ЧАСЫ.



ЕСТЬ ДВА ТИПА РЕФЛЕКСОВ:  
С ОДНИМИ ТЫ РОЖДАЕШЬСЯ,  
А ДРУГИЕ ПРИОБРЕТАЕШЬ.



ПОНИМАТЬ, КОГДА  
НАЖАТЬ НА ТОРМОЗ  
ВЕЛОСИПЕДА, – ЭТО  
ПРИОБРЕТЕННЫЙ  
РЕФЛЕКС.



НИКТО НЕ РОЖДАЕТСЯ  
С НАВЫКОМ ВОЖДЕНИЯ,  
НЕ ГОВОРЯ УЖЕ О ТОМ,  
ЧТОБЫ ВОВРЕМЯ  
ТОРМОЗИТЬ.

**ВЗИМУУУ!**



ПРИХОДИТСЯ УЧИТЬСЯ. НО В КОНЦЕ КОНЦОВ  
ТЫ ТАК ОСВАИВАЕШЬСЯ, ЧТО МОЖЕШЬ ОСТАНОВИТЬ  
ВЕЛОСИПЕД НЕ ЗАДУМЫВАЯСЬ.

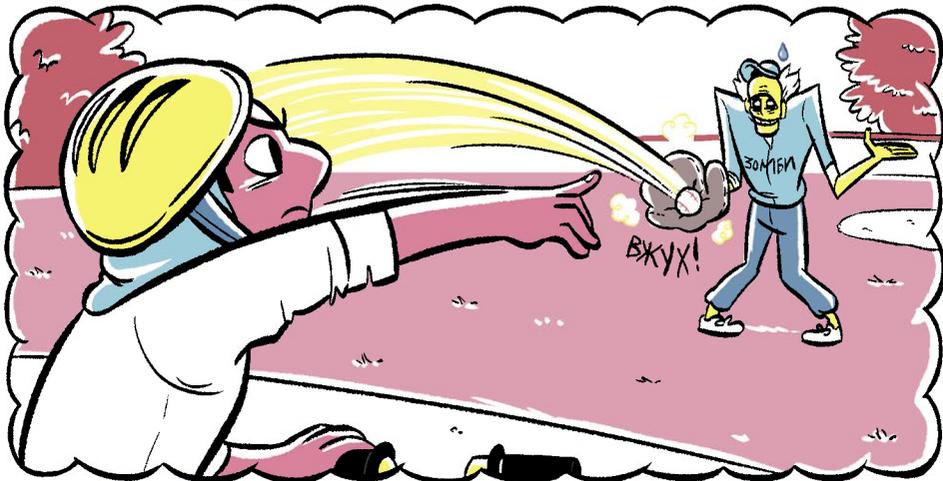
ОДНАКО НЕКОТОРЫЕ ТВОИ РЕФЛЕКСЫ – ВРОЖДЕННЫЕ...



НИКОМУ НЕ НУЖНО  
СПЕЦИАЛЬНО УЧИТЬ ТЕБЯ,  
КАК ПОБЕРЕЧЬ ГОЛОВУ.



ТВОЕ ТЕЛО ЗНАЕТ, ЧТО ЭТО ВАЖНО.  
ОНО САМО СРЕАГИРУЕТ ТАК,  
ЧТОБЫ ЗАЩИТИТЬСЯ.





...СЕНСОРНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ РАСПОЗНАЮТ СТИМУЛ. ЗАТЕМ НЕРВЫ ПЕРЕДАЮТ ИНФОРМАЦИЮ ПО ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ В ПОЗВОНОЧНИК И ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ.

ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ ДОСТИГАЕТ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЗВЕНА В ТВОЕМ ПОЗВОНОЧНИКЕ, И ЭТА ИНФОРМАЦИЯ НАПРАВЛЯЕТСЯ В ДВА РАЗНЫХ МЕСТА. ЧАСТЬ ЕЕ ПОСТУПАЕТ В МОЗГ.



А ЕЩЕ ДВИГАТЕЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ ТАКЖЕ ПОСЫЛАЮТ УКАЗАНИЯ ОБРАТНО ПО ПОЗВОНОЧНИКУ В ПЕРИФЕРИЧЕСКУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ, К ИСХОДНОЙ ТОЧКЕ СТИМУЛА. В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЫ РЕАГИРУЕШЬ И ОТДЕРГИВАЕШЬ НОГУ!



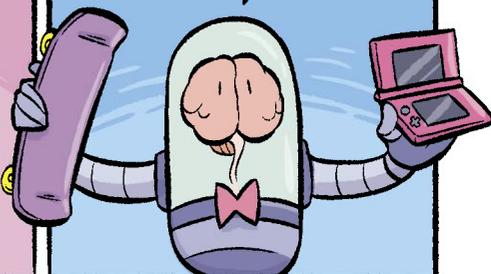
НАКОНЕЦ ТВОЙ МОЗГ ПОЛУЧАЕТ СООБЩЕНИЕ И ВЫЯСНЯЕТ, ЧТО ВЫЗВАЛО СТИМУЛ. РЕФЛЕКС – ЭТО ДЕЙСТВИЕ, КОТОРОЕ ТВОЕ ТЕЛО ВЫПОЛНЯЕТ БЕЗ УКАЗАНИЯ. ЭТО ПОЗВОЛЯЕТ ТЕБЕ БЫСТРЕЕ РЕАГИРОВАТЬ И ПОВЫШАЕТ ШАНСЫ НА ВЫЖИВАНИЕ!



СОЗНАТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ – ЭТО, НАПРИМЕР, РИСОВАНИЕ, ТАНЦЫ И РЕЧЬ. ПОДРАЗУМЕВАЕТСЯ, ЧТО РЕШЕНИЕ ДВИГАТЬСЯ ПРИНИМАЕШЬ ТЫ. СОМАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА ПОЗВОЛЯЕТ ИСПЫТЫВАТЬ ТАКИЕ ОЩУЩЕНИЯ, КАК ПРИКОСНОВЕНИЕ ИЛИ БОЛЬ. ТАК ТЫ ОСОЗНАЕШЬ СВОИ ЧАСТИ ТЕЛА И ПОЛУЧАЕШЬ ДОБРОВОЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ НАД МЫШЦАМИ И КОСТЯМИ!



ЕСТЬ ДВА ТИПА ПРОИЗВОЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ (МОТОРИКИ): КРУПНЫЕ И МЕЛКИЕ.



**КРУПНАЯ МОТОРИКА** – ЭТО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И КООРДИНАЦИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ, НАПРИМЕР В СПОРТЕ ИЛИ ТАНЦАХ.



**МЕЛКАЯ МОТОРИКА** – ЭТО КООРДИНАЦИЯ МНОЖЕСТВА МЕЛКИХ МЫШЦ, НАПРИМЕР НА РУКАХ И ПАЛЬЦАХ. ОНА ДАЕТ КОНТРОЛЬ НАД ЗАДАЧАМИ, ТРЕБУЮЩИМИ ЛОВКОСТИ. ДОПУСТИМ, КОГДА ТЫ РИСУЕШЬ ИЛИ УПРАВЛЯЕШЬ ДЖОЙСТИКОМ.





ОРГАНЫ ЧУВСТВ,  
КАК ЖИВЫЕ  
СУЩЕСТВА,  
СПОСОБНЫ  
СОБИРАТЬ  
ИНФОРМАЦИЮ  
ОБ ОКРУЖАЮЩЕМ  
МИРЕ.

НАШИ ПЯТЬ ЧУВСТВ  
(ОСЯЗАНИЕ,  
ВКУС, ОБОНЯНИЕ,  
ЗРЕНИЕ И СЛУХ)  
ВОСПРИНИМАЮТ  
ТРИ ТИПА  
РАЗДРАЖИТЕЛЕЙ  
И РЕАГИРУЮТ  
НА НИХ.

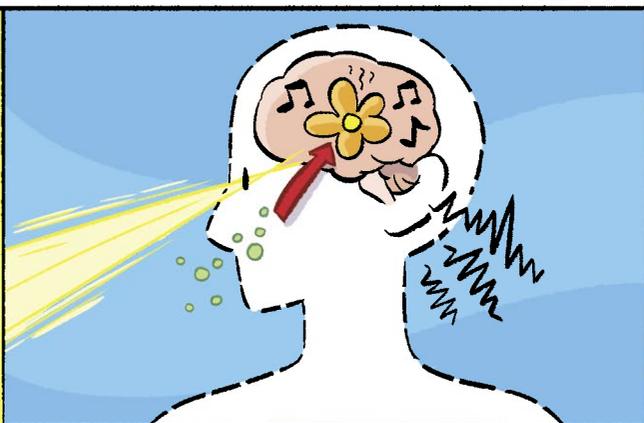


РАЗДРАЖИТЕЛИ:

- ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ;
- МЕХАНИЧЕСКИЕ;
- ХИМИЧЕСКИЕ.

ЭТО ПРОИСХОДИТ  
ИЗ-ЗА  
ТРАНСДУКЦИИ.

ТАК НАЗЫВАЮТ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЕ  
ФИЗИЧЕСКОЙ  
ИНФОРМАЦИИ  
В ПОТЕНЦИАЛЫ  
ДЕЙСТВИЯ,  
ПОНЯТНЫЕ МОЗГУ.



БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ МОЗГА ОБРАБАТЫВАЕТ  
И РАСТОЛКОВЫВАЕТ ТО, О ЧЕМ  
СООБЩАЮТ ОРГАНЫ ЧУВСТВ.

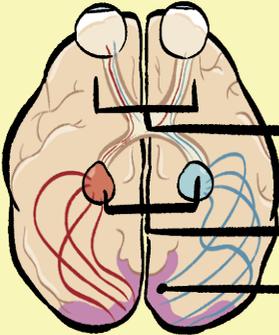
ВСЕ СЕНСОРНЫЕ  
РАЗДРАЖИТЕЛИ НАДО  
ОРГАНИЗОВАТЬ, ПОНЯТЬ  
И ВПИСАТЬ В СИТУАЦИЮ.  
ВОТ ТАК И ПРОИСХОДИТ  
ВОСПРИЯТИЕ.



ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ МОЗГ ОЧЕНЬ СЕРЬЕЗНО  
ОТНОСИТСЯ К ЗРЕНИЮ!

ОКОЛО 30% КОРЫ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА ОТВЕЧАЕТ  
ЗА ЗРЕНИЕ. ДЛЯ СРАВНЕНИЯ:  
ЗА СЛУХ – 8%,  
ЗА ОСЯЗАНИЕ – 2%.

БОЛЕЕ ТРЕТИ  
ВСЕХ НЕРВНЫХ  
ВОЛОКОН, ВХОДЯЩИХ  
В МОЗГ, ИДУТ  
ОТ ГЛАЗ.



ТЫ ВИДИШЬ БЛАГОДАРИ СОВМЕСТНОЙ  
РАБОТЕ ТРЕХ СТРУКТУР.

ГЛАЗА

ЛАТЕРАЛЬНОЕ КОЛЕНЧАТОЕ ТЕЛО

ЗРИТЕЛЬНАЯ ЗОНА  
ГОЛОВНОГО МОЗГА

ПРЕЖДЕ ЧЕМ РАССКАЗАТЬ ТЕБЕ,  
КАК ОРГАНИЗОВАНО ЗРЕНИЕ, НУЖНО  
ОБЪЯСНИТЬ, ЧТО МЫ ВИДИМ. ВОТ  
ЭТО, НАПРИМЕР, ЧТО?

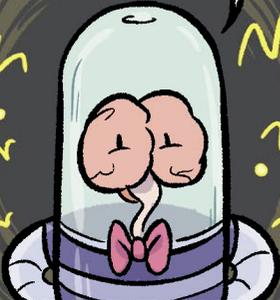
ЧАЙНИК?



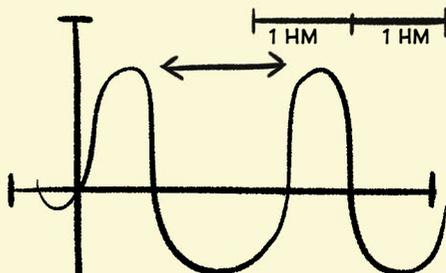
ДА, НО ВООБЩЕ-ТО ТЫ ВИДИШЬ  
ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА ОТ ЧАЙНИКА!



СВЕТ СОСТОИТ ИЗ ЧАСТИЦ, КОТОРЫЕ НАЗЫВАЮТСЯ ФОТОНАМИ, И ВОЛН ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ СПЕКТРЕ.

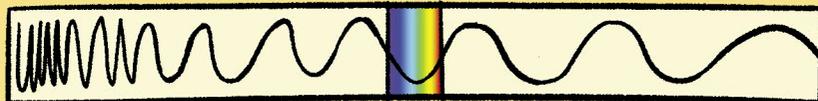
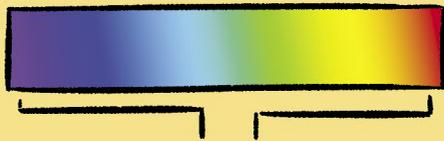


ДЛИНА СВЕТОВЫХ ВОЛН ИЗМЕРЯЕТСЯ ОТ ВЕРШИНЫ ОДНОЙ ВОЛНЫ ДО ВЕРШИНЫ СЛЕДУЮЩЕЙ В НАНОМЕТРАХ (НМ). НАНОМЕТР РАВЕН ОДНОЙ МИЛЛИАРДНОЙ ЧАСТИ МЕТРА.



ТО ЕСТЬ... В ОДНОМ САНТИМЕТРЕ 10 000 000 НАНОМЕТРОВ! УХ ТЫ!

ЦВЕТА, КОТОРЫЕ МЫ СПОСОБНЫ ВИДЕТЬ, – ЛИШЬ КРОХОТНАЯ ЧАСТЬ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО СПЕКТРА.



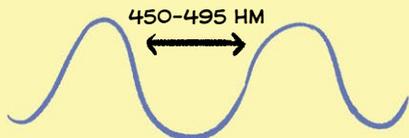
ГАММА

ВИДИМЫЙ СВЕТ

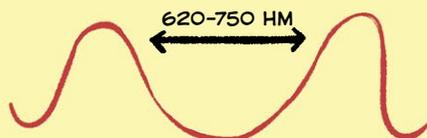
РАДИОВОЛНЫ

ДЛИНА ВОЛН СВЕТА, ВОСПРИНИМАЕМЫХ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМ ГЛАЗОМ, – ОТ 390 ДО 700 НМ.

СВЕТ С МАЛОЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ БУДЕТ ВОСПРИНЯТ КАК СИНИЙ.



СВЕТ С БОЛЬШЕЙ ДЛИНОЙ ВОЛНЫ КАЖЕТСЯ КРАСНЫМ.



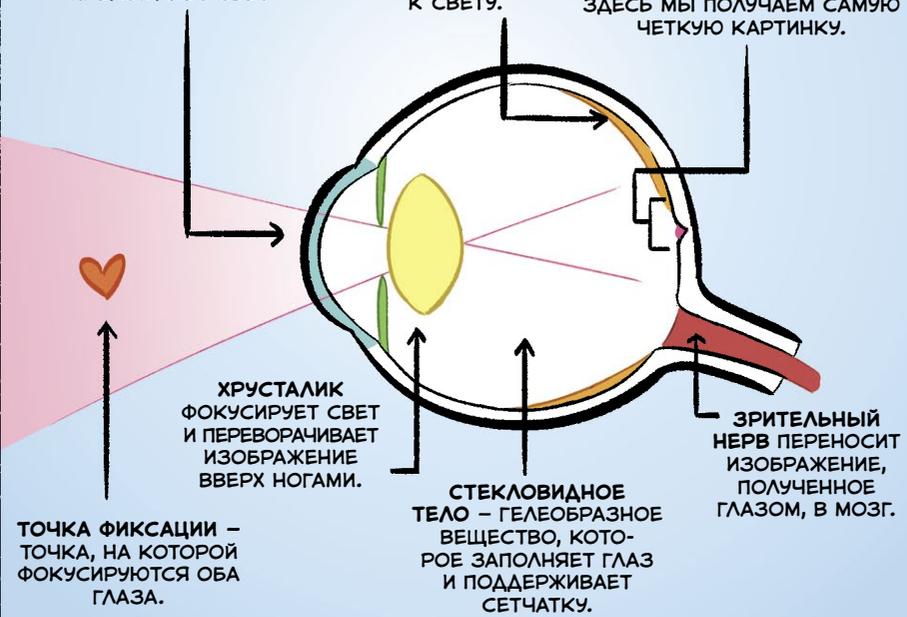


**ГЛАЗ ФОКУСИРУЕТ СВЕТ НА ЗРИТЕЛЬНЫХ РЕЦЕПТОРАХ СЕТЧАТКИ И ПРЕОБРАЗОВЫВАЕТ ЕГО В ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ. А ЗАТЕМ ЭТОТ ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ НАПРАВЛЯЕТСЯ В МОЗГ!**

**РОГОВИЦА** – ПРОЗРАЧНАЯ ПЕРЕДНЯЯ ЧАСТЬ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА, КОТОРАЯ ФОКУСИРУЕТ И ПРЕЛОМЛЯЕТ СВЕТ.

**СЕТЧАТКА** – ОБЛАСТЬ В ЗАДНЕЙ ЧАСТИ ГЛАЗА, ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ К СВЕТУ.

**ЖЕЛТОЕ ПЯТНО** – ЦЕНТР УЧАСТКА, ГДЕ ФОКУСИРУЕТСЯ СВЕТ. В СЕРЕДИНЕ ПЯТНА НАХОДИТСЯ ЯМКА – ОБЛАСТЬ, БЛИЖЕ К КОТОРОЙ КОЛБОЧЕК И ПАЛОЧЕК СТАНОВИТСЯ МЕНЬШЕ. ИМЕННО ЗДЕСЬ МЫ ПОЛУЧАЕМ САМУЮ ЧЕТКУЮ КАРТИНКУ.



**ХРУСТАЛИК** ФОКУСИРУЕТ СВЕТ И ПЕРЕВОРАЧИВАЕТ ИЗОБРАЖЕНИЕ ВВЕРХ НОГАМИ.

**ЗРИТЕЛЬНЫЙ НЕРВ** ПЕРЕНОСИТ ИЗОБРАЖЕНИЕ, ПОЛУЧЕННОЕ ГЛАЗОМ, В МОЗГ.

**ТОЧКА ФИКСАЦИИ** – ТОЧКА, НА КОТОРОЙ ФОКУСИРУЮТСЯ ОБА ГЛАЗА.

**СТЕКЛОВИДНОЕ ТЕЛО** – ГЕЛЕОБРАЗНОЕ ВЕЩЕСТВО, КОТОРОЕ ЗАПОЛНЯЕТ ГЛАЗ И ПОДДЕРЖИВАЕТ СЕТЧАТКУ.

ГЛАЗ – ОДИН ИЗ МОИХ ЛЮБИМЫХ ОРГАНОВ. СОВСЕМ НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ЗРЕТЬ В КОРЕНЬ, ЧТОБЫ ЗНАТЬ, ЧТО У ЭТОЙ ЧАСТИ ТЕЛА ВИДИМО-НЕВИДИМО ПРЕИМУЩЕСТВ!

НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ ВИЖУ, ЧТО С ЮМОРОМ У ВАС ПРОБЛЕМЫ.

Я СМОТРУ, ТЫ ЛЮБИШЬ ПОШУТИТЬ.

ЧТО ТУТ СКАЗАТЬ? У ВАС ГЛАЗ-АЛМАЗ.



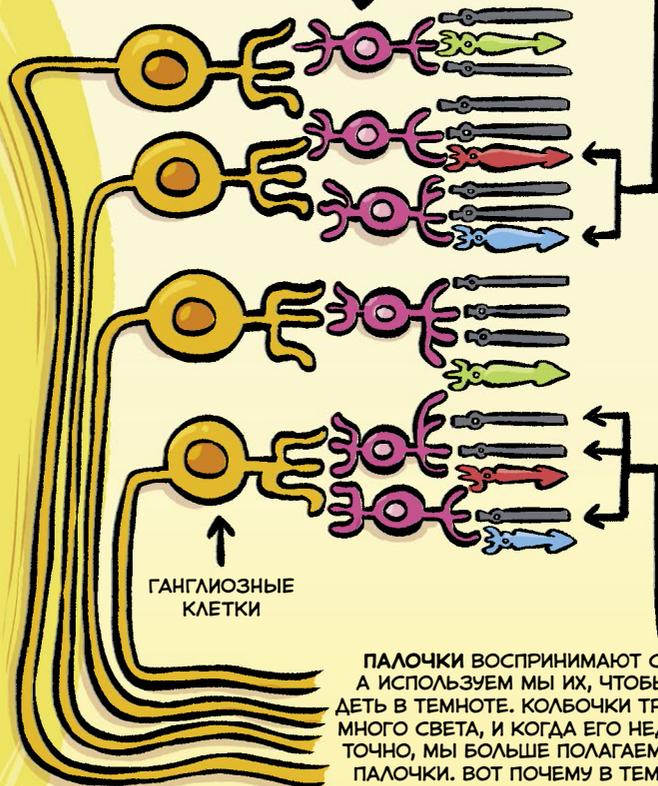
ФОТОРЕЦЕПТОРЫ – ЭТО КЛЕТКИ,  
КОТОРЫЕ РЕАГИРУЮТ НА СВЕТ.



СУЩЕСТВУЮТ ДВА ТИПА  
ФОТОРЕЦЕПТОРНЫХ КЛЕТОК:  
КОЛБОЧКИ И ПАЛОЧКИ.

БИПОЛЯРНЫЕ  
КЛЕТКИ

КОЛБОЧКИ ОТВЕЧАЮТ ЗА ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТА.  
У БОЛЬШИНСТВА ЛЮДЕЙ ОНИ ТРЕХ ТИПОВ:  
КРАСНЫЕ, ЗЕЛЕННЫЕ И СИНИЕ. ВМЕСТЕ ОНИ  
ДАЮТ ВСЕ ЦВЕТА, КОТОРЫЕ МЫ МОЖЕМ ВИДЕТЬ.



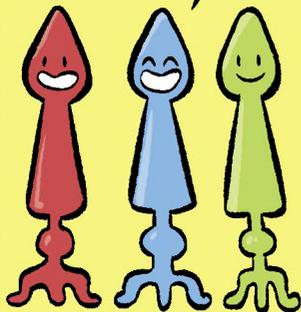
ГАНГЛИОЗНЫЕ  
КЛЕТКИ

ПАЛОЧКИ ВОСПРИНИМАЮТ СВЕТ,  
А ИСПОЛЗУЕМ МЫ ИХ, ЧТОБЫ ВИ-  
ДЕТЬ В ТЕМНОТЕ. КОЛБОЧКИ ТРЕБУЮТ  
МНОГО СВЕТА, И КОГДА ЕГО НЕДОСТА-  
ТОЧНО, МЫ БОЛЬШЕ ПОЛАГАЕМСЯ НА  
ПАЛОЧКИ. ВОТ ПОЧЕМУ В ТЕМНОТЕ  
МЫ ВИДИМ МЕНЬШЕ ЦВЕТОВ.

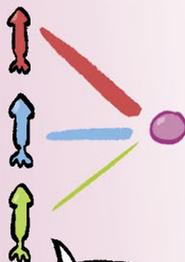
КОГДА НА ФОТОРЕЦЕПТОРЫ ПОПАДАЕТ СВЕТ, ОНИ АКТИВИЗИРУЮТ  
БИПОЛЯРНЫЕ КЛЕТКИ. А ТЕ В СВОЮ ОЧЕРЕДЬ ПРОБУЖДАЮТ ГАНГЛИОЗНЫЕ  
КЛЕТКИ. ДЛИННЫЕ АКСОНЫ ЭТИХ ГАНГЛИОЗНЫХ КЛЕТОК ОБЪЕДИНЯЮТСЯ,  
ОБРАЗУЯ ЗРИТЕЛЬНЫЙ НЕРВ.

МЫ – КОЛБОЧКИ  
В ТВОЕМ ГЛАЗУ!  
БЛАГОДАРЯ НАМ  
ТЫ РАЗЛИЧАЕШЬ ЦВЕТА.

АГА-А-А!



ХИ-ХИ-ХИ!



ВООБЩЕ-ТО,  
ЗЕЛЕНОГО  
НЕ ТАК  
МНОГО.

ПАЛОЧКИ И КОЛБОЧКИ  
ПРЕОБРАЗУЮТ СВЕТ  
В ПОТЕНЦИАЛЫ  
ДЕЙСТВИЯ, КОТОРЫЕ  
МОЗГ СПОСОБЕН  
ПОНЯТЬ.

Информация  
в форме потенциала  
действия

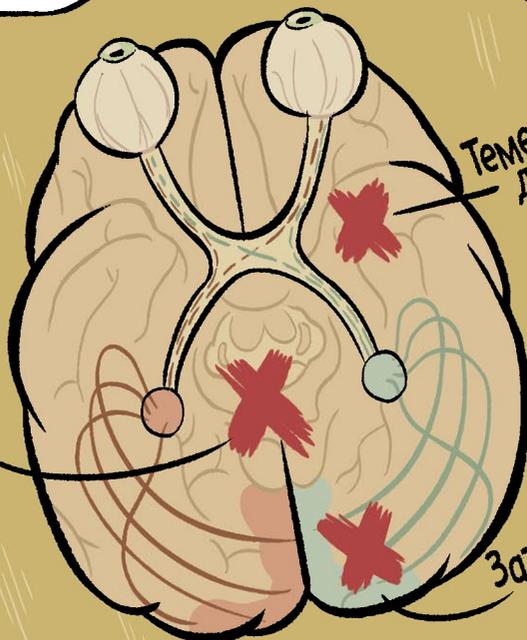


И СРАЗУ ПОСЛЕ ЭТОГО  
ПРЕОБРАЗОВАННАЯ ФОТО-  
РЕЦЕПТОРАМИ ИНФОРМАЦИЯ  
НАПРАВЛЯЕТСЯ В МОЗГ!

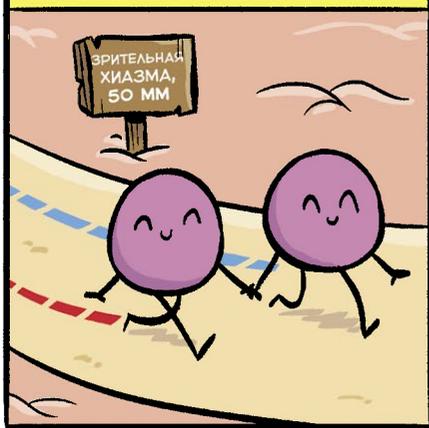
Височная  
доля

Теменная  
доля

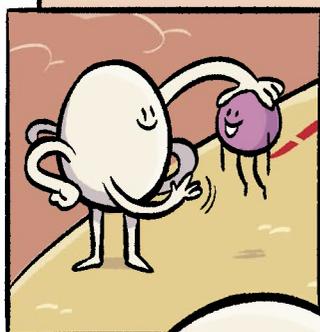
Затылочная  
доля



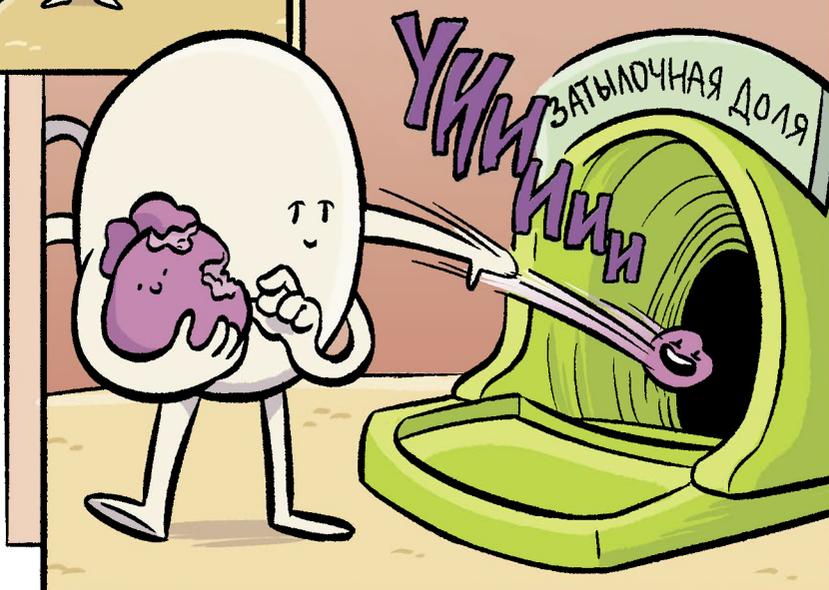
ОНА ПРОХОДИТ ПО ЗРИТЕЛЬНОМУ  
НЕРВУ И ДОСТИГАЕТ  
ПЕРЕКРЕСТКА – ХИАЗМЫ.



ЗДЕСЬ ИНФОРМАЦИЯ  
С ЛЕВОЙ СТОРОНЫ  
ПОСТУПАЕТ В ПРАВОЕ  
ПОЛУШАРИЕ МОЗГА,  
А ИНФОРМАЦИЯ С ПРАВОЙ  
СТОРОНЫ – В ЛЕВОЕ.



В ТАЛАМУСЕ ЛАТЕРАЛЬНОЕ  
КОЛЕНЧАТОЕ ТЕЛО ОБРАБАТЫВАЕТ  
ЗРИТЕЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ  
И ОТПРАВЛЯЕТ ЕЕ В ЗАТЫЛОЧНУЮ  
ДОЛЮ.



ЗАТЫЛОЧНАЯ ДОЛЯ И ЗРИТЕЛЬНАЯ КОРА ПРИБЛИЗИТЕЛЬНО РАСШИФРОВЫВАЮТ ВИЗУАЛЬНУЮ ИНФОРМАЦИЮ И ОТПРАВЛЯЮТ В КОРУ ГОЛОВНОГО МОЗГА. ТАМ ОНА СОПОСТАВЛЯЕТСЯ С ТВОИМИ ВОСПОМИНАНИЯМИ И ОПЫТОМ.

ИЗ ЗРИТЕЛЬНОЙ КОРЫ ОБРАБОТАННАЯ ВИЗУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ПЕРЕПРАВЛЯЕТСЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ПО ДВУМ МАГИСТРАЛЯМ: ДОРСАЛЬНОМУ ПОТОКУ И ВЕНТРАЛЬНОМУ ПОТОКУ.



В ДОРСАЛЬНОМ ПОТОКЕ МОЗГ ОПРЕДЕЛЯЕТ, ДВИЖЕТСЯ ЛИ ОБЪЕКТ, КАК БЫСТРО, ГДЕ ОН НАХОДИТСЯ, НАСКОЛЬКО ОН БОЛЬШОЙ.



ВЕНТРАЛЬНЫЙ ПОТОК ДОСТАВЛЯЕТ ИНФОРМАЦИЮ В ВИСОЧНУЮ ДОЛЮ, ГДЕ ОНА СОРТИРУЕТСЯ ПО ФОРМЕ, ЦВЕТУ И СТРУКТУРЕ, ПОКА МОЗГ НЕ РАСПОЗНАЕТ ЕЕ КАК ЗНАКОМЫЙ ОБЪЕКТ ИЛИ ИДЕЮ. ЗДЕСЬ МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ, ЧТО ОБЪЕКТ СОБОЙ ПРЕДСТАВЛЯЕТ.

ЧТО Ж, ДАВАЙ  
ПЕРЕЙДЕМ  
К ОСЯЗАНИЮ.

НУ, ЭТО ВСЕ,  
ЧТО ЧУВСТВУЮТ  
РУКИ.  
ЛЕГКОТНЯ.



ЭТО НЕЧТО БОЛЬШЕЕ! ОСЯЗАНИЕ  
ПРОКЛАДЫВАЕТ ГРАНИЦУ МЕЖДУ  
ТЕМ, ЧТО ЕСТЬ «ТЫ», И ТЕМ,  
ЧТО «НЕ ТЫ».



ЕСТЬ ДВА ТИПА ОСЯЗАНИЯ:  
ПАСИВНОЕ И АКТИВНОЕ.

ПАСИВНОЕ ОСЯЗАНИЕ – ЭТО КОГДА ЧТО-ТО КАСАЕТСЯ ТЕБЯ НЕОЖИДАННО.



ТЫ ОСОЗНАЕШЬ ПРИКОСНОВЕНИЕ  
ЕЩЕ ДО ТОГО, КАК ПОНИМАЕШЬ,  
ЧТО ИМЕННО ЭТО БЫЛО.

АКТИВНОЕ ОСЯЗАНИЕ,  
С ДРУГОЙ СТОРОНЫ...

(ДОШЛО?  
С ДРУГОЙ СТОРОНЫ!)

О-ОХ.

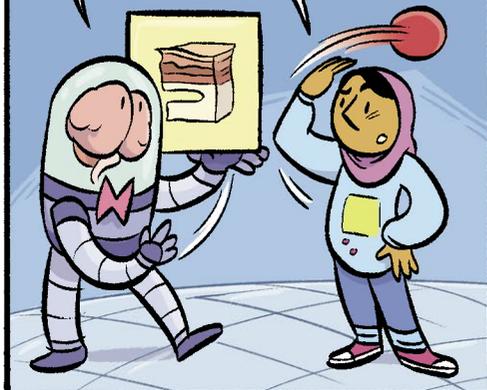


КОГДА МЫ КАСАЕМСЯ ЧЕГО-ТО  
НАМЕРЕННО – ЭТО АКТИВНОЕ ОСЯЗАНИЕ.  
В ТАКОМ СЛУЧАЕ, ЧТОБЫ  
ЧТО-ТО ПОТРОГАТЬ, ТЫ ОБЫЧНО  
ИСПОЛЬЗУЕШЬ РУКИ.



И ТУТ НЕ ОБОЙТИСЬ БЕЗ МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ. ЭТО ОСОБЫЕ КОНЧИКИ ОДНОПОЛЯРНЫХ НЕЙРОНОВ В ТВОЕЙ БЕЗВОЛОСЫЙ КОЖЕ.

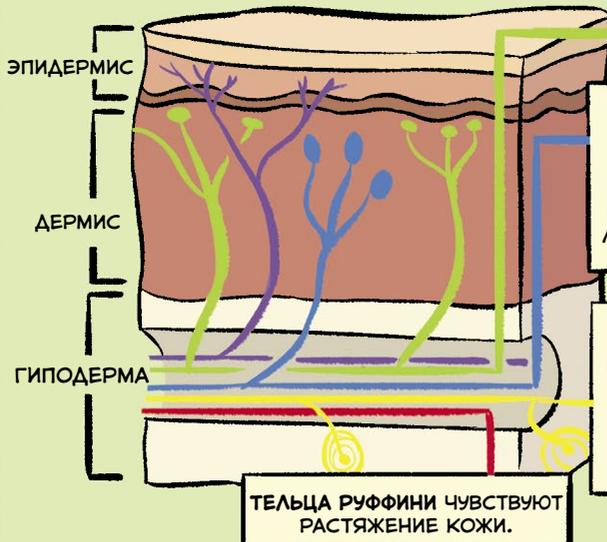
ЧТО ЕЩЕ ЗА...



БЕЗВОЛОСЫЙ КОЖА – ЛЮБОЙ УЧАСТОК ТВОЕГО ТЕЛА, НА КОТОРОМ НЕ РАСТУТ ВОЛОСЫ.



ЕСТЬ ЧЕТЫРЕ ТИПА МЕХАНОРЕЦЕПТОРОВ:



ТЕЛЬЦА МЕРКЕЛЯ ОПРЕДЕЛЯЮТ ДАВЛЕНИЕ. ОНИ МОГУТ ОЩУЩАТЬ БОРозДКИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ.

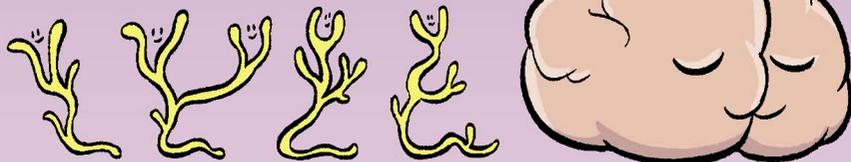
ТАКТИЛЬНЫЕ ТЕЛЬЦА (ТЕЛЬЦА МЕЙСНЕРА) РАСПОЛОЖЕНЫ В КОНЧИКАХ ПАЛЬЦЕВ И ГУБАХ. ОНИ ОЧЕНЬ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫ К ЛЕГКИМ ПРИКОСНОВЕНИЯМ И ПОЗВОЛЯЮТ ОПРЕДЕЛЯТЬ ТЕКСТУРУ ПОВЕРХНОСТИ.

ТЕЛЬЦА ПАЧИНИ РЕАГИРУЮТ НА МЕНЯЮЩЕЕСЯ ДАВЛЕНИЕ, КОГДА ОНО НАЧИНАЕТ ИЛИ ПРЕКРАЩАЕТ ДЕЙСТВОВАТЬ НА КОЖУ. ПОСТОЯННОЕ ДАВЛЕНИЕ ИМ НЕ ИНТЕРЕСНО.

ТЕЛЬЦА РУФФИНИ ЧУВСТВУЮТ РАСТЯЖЕНИЕ КОЖИ.

ЕЩЕ ЕСТЬ СВОБОДНЫЕ НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ, КОТОРЫЕ ТЕХНИЧЕСКИ НЕ ЯВЛЯЮТСЯ МЕХАНОРЕЦЕПТОРАМИ. ОДНАКО ОНИ ВАЖНЫ: С ИХ ПОМОЩЬЮ ТЫ ЧУВСТВУЕШЬ БОЛЬ.

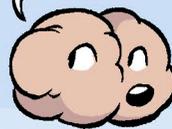
ТЕЛЬЦА МЕРКЕЛЯ, ТЕЛЬЦА РУФФИНИ И СВОБОДНЫЕ НЕРВНЫЕ ОКОНЧАНИЯ ИЗВЕСТНЫ КАК МЕДЛЕННО АДАПТИРУЮЩИЕСЯ РЕЦЕПТОРЫ. ДЕЛО В ТОМ, ЧТО ЭТИ АКСОНЫ БУДУТ ПРОДОЛЖАТЬ СРАБАТЫВАТЬ ДО ТЕХ ПОР, ПОКА НЕ БУДЕТ УДАЛЕН РАЗДРАЖИТЕЛЬ.



НАПРИМЕР:

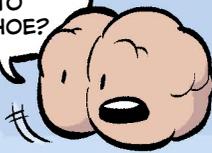
ЭЙ, НАС ТРОГАЕТ  
ЧТО-ТО ХОЛОДНОЕ!

Э-Э-Э?  
ПРАВДА?



ХОЛОДНО!  
ХОЛОДНО!

ХМ-М,  
ГОВОРИТЕ,  
ЧТО-ТО  
ХОЛОДНОЕ?



ОЧЕНЬ  
ХОЛОДНОЕ!

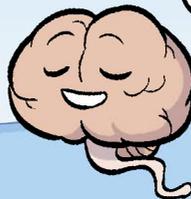
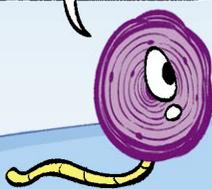
ДОБАВЛЮ-КА КУБИК  
ЛЬДА В СТАКАН.



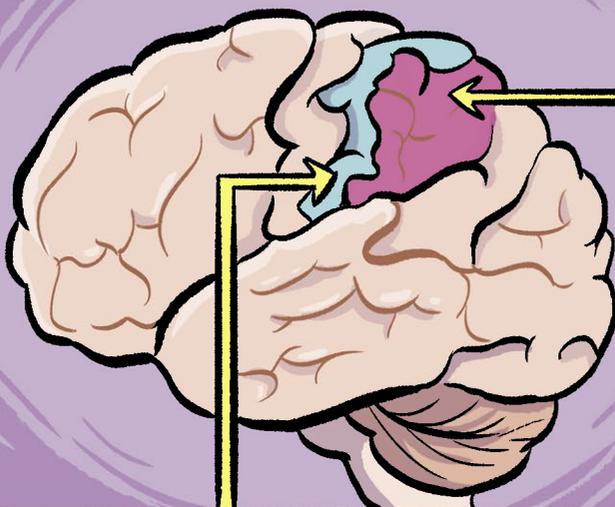
ТЕЛЬЦА ПАЧИНИ РЕАГИРУЮТ ТОЛЬКО НА НОВУЮ ИНФОРМАЦИЮ, ТО ЕСТЬ КОГДА ПРОИСХОДЯТ ИЗМЕНЕНИЯ.

ЭЙ, А ТЫ ЗНАЛ, ЧТО  
НА ТЕБЕ ШТАНЫ?

КОНЕЧНО!

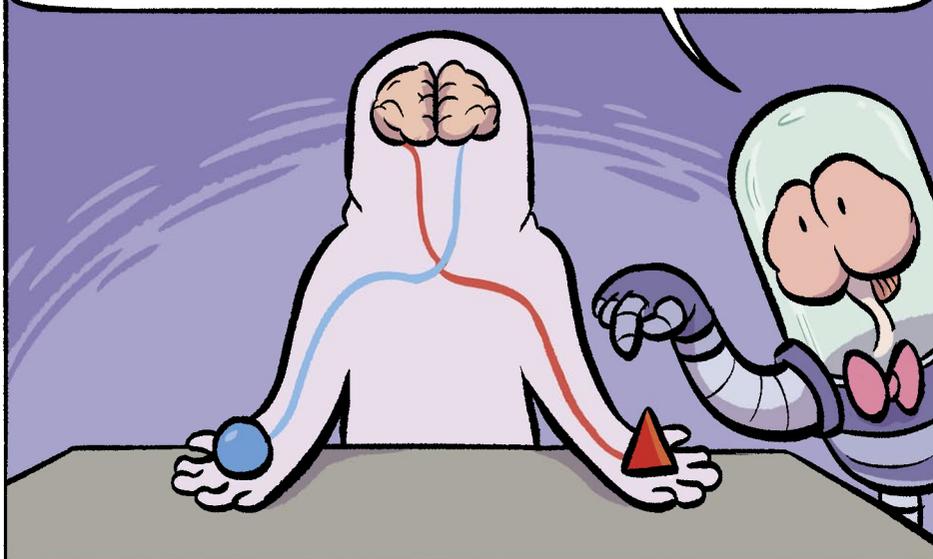


**ТЕМЕННАЯ ДОЛЯ** ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕНСОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ВОСПРИЯТИЯ. ОНА ОБЪЕДИНЯЕТ ВСЮ ИНФОРМАЦИЮ, ПОЛУЧЕННУЮ ОТ НАШИХ ОРГАНОВ ЧУВСТВ, И ПОМОГАЕТ НАМ ПОНЯТЬ, ЧТО НАС ОКРУЖАЕТ, ЧТОБЫ МЫ МОГЛИ КООРДИНИРОВАТЬ СВОИ ДВИЖЕНИЯ.

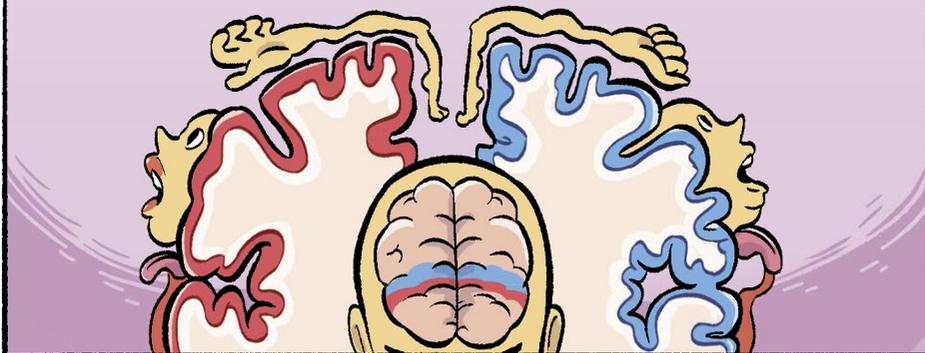


**СОМАТОСЕНСОРНАЯ КОРА** ОБРАБАТЫВАЕТ ИНФОРМАЦИЮ, КОТОРУЮ ДАЕТ ТВОЯ КОЖА, НАПРИМЕР РАСПОЗНАЕТ ДАВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРУ.

РАЗДРАЖИТЕЛЬ С ЛЕВОЙ СТОРОНЫ ТЕЛА АКТИВИЗИРУЕТ ПРАВУЮ СТОРОНУ ТВОЕЙ ПЕРВИЧНОЙ СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЫ, И НАОБОРОТ!



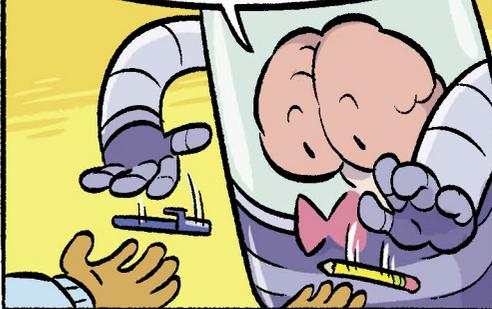
КОГДА ВОЗБУЖДАЮТСЯ СЕНСОРНЫЕ РЕЦЕПТОРЫ, ИНФОРМАЦИЯ ОБ ЭТОМ НАПРАВЛЯЕТСЯ В МОЗГ И ОБРАБАТЫВАЕТСЯ В СОМАТОСЕНСОРНОЙ КОРЕ.



КОГДА ТЫ ПЫТАЕШЬСЯ РАСПОЗНАТЬ ПРЕДМЕТ ТОЛЬКО С ПОМОЩЬЮ ПРИКОСНОВЕНИЙ, ТЫ ИСПОЛЪЗУЕШЬ ТАКТИЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ.



ЭТА СПОСОБНОСТЬ ОПРЕДЕЛЯТЬ ДЕТАЛИ ИЛИ ДАЖЕ ИДЕНТИФИЦИРОВАТЬ ОБЪЕКТ, ПРИКАСАЯСЬ К НЕМУ И ЧУВСТВУЯ ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ, ПРОИЗВОДИТ СОВСЕМ ИНОЙ ЭФФЕКТ, ЧЕМ МОМЕНТЫ, КОГДА ПРЕДМЕТ ПРОСТО КАСАЕТСЯ ТВОЕЙ КОЖИ.



ЭТО КАРАНДАШ, А ЭТО РУЧКА!

ПРАВИЛЬНО! ТЫ ТОЛЬКО ЧТО ИСПОЛЬЗОВАЛА ТАКТИЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ.

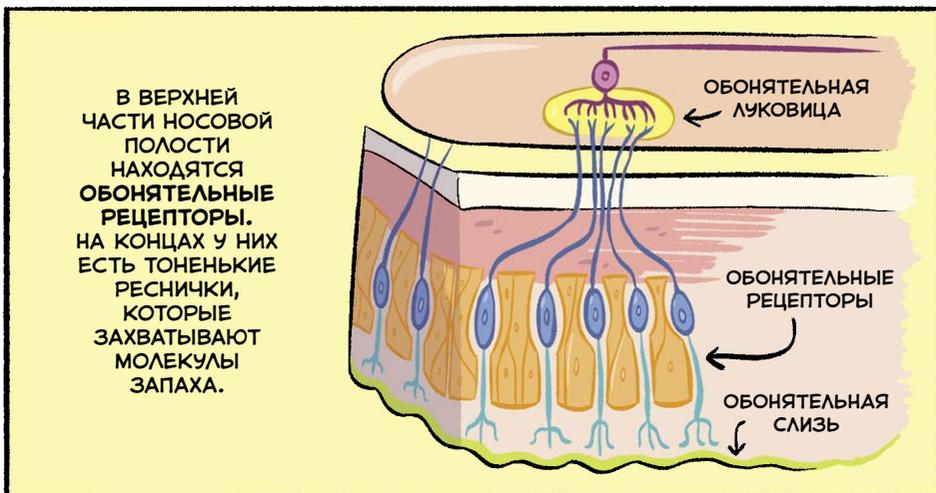


ХОРОШО, А СЕЙЧАС Я КАСАЮСЬ ТЕБЯ РУЧКОЙ ИЛИ КАРАНДАШОМ?

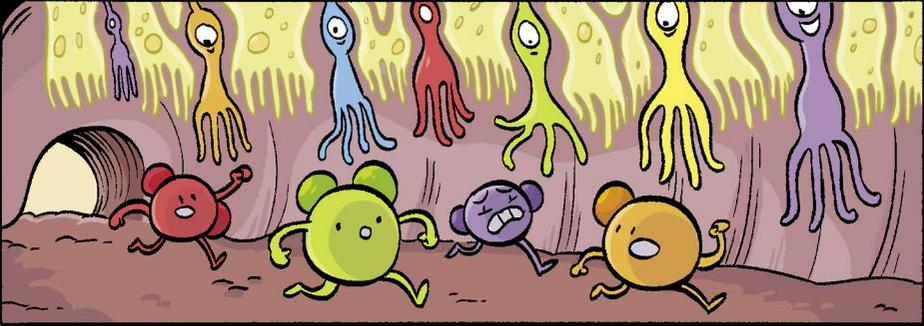
А-ДАЖЕ НЕ ЗНАЮ!



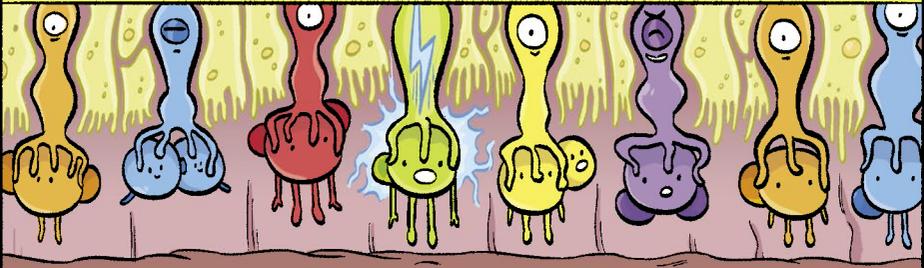
ВСЕ ПОТОМУ, ЧТО РЕЦЕПТОРЫ НА ЛОКТЕ СОВСЕМ НЕ ТАКИЕ, КАК НА КИСТИ, И УЗНАЮТ ПРЕДМЕТЫ, МЯГКО ГОВОРЯ, ПЛОХОВАТО.



У ТЕБЯ В НОСУ 10 МИЛЛИОНОВ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ РЕЦЕПТОРОВ.  
СРЕДИ НИХ ВЫДЕЛЯЮТ 350 ТИПОВ.



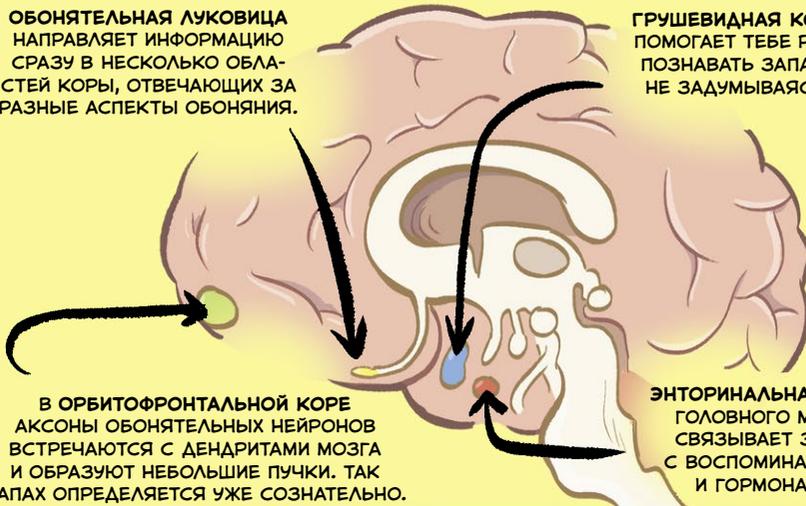
КАЖДЫЙ РЕЦЕПТОР РЕАГИРУЕТ НА СВОЮ ГРУППУ МОЛЕКУЛ.  
КАК ТОЛЬКО ОН ВОЗБУЖДАЕТСЯ, НАЧИНАЕТ ПЕРЕДАВАТЬ СИГНАЛ.



ЭТОТ СИГНАЛ ДВИЖЕТСЯ ПО АКСОНУ ДО ОБОНЯТЕЛЬНОЙ ЛУКОВИЦЫ.

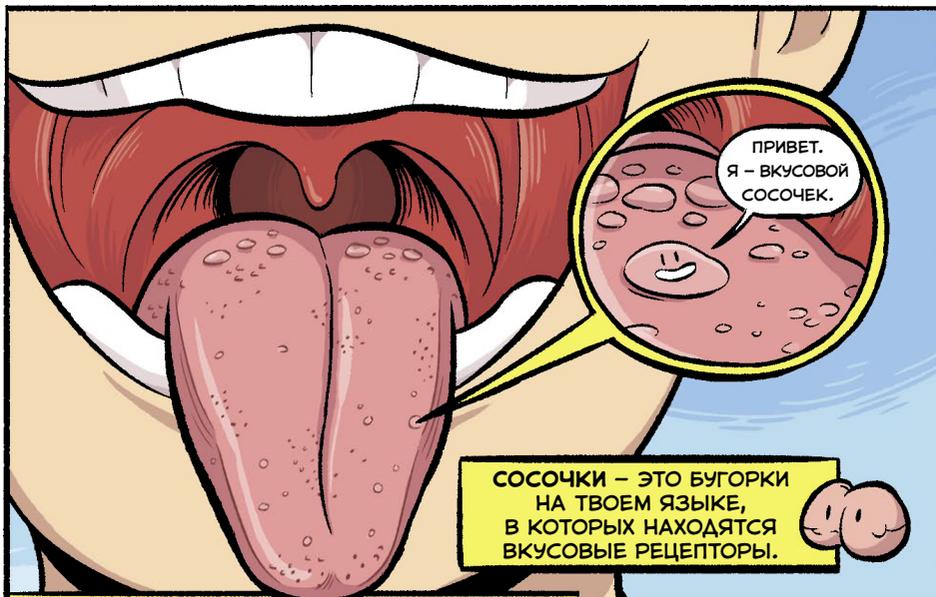
ОБОНЯТЕЛЬНАЯ ЛУКОВИЦА  
НАПРАВЛЯЕТ ИНФОРМАЦИЮ  
СРАЗУ В НЕСКОЛЬКО ОБЛА-  
СТЕЙ КОРЫ, ОТВЕЧАЮЩИХ ЗА  
РАЗНЫЕ АСПЕКТЫ ОБОНЯНИЯ.

ГРУШЕВИДНАЯ КОРА  
ПОМОГАЕТ ТЕБЕ РАС-  
ПОЗНАВАТЬ ЗАПАХИ  
НЕ ЗАДУМЫВАЯСЯ.

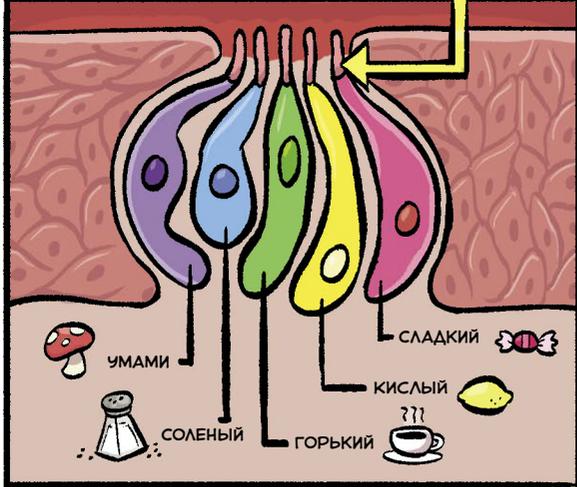


В ОРБИТОФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ  
АКСОНЫ ОБОНЯТЕЛЬНЫХ НЕЙРОНОВ  
ВСТРЕЧАЮТСЯ С ДЕНДРИТАМИ МОЗГА  
И ОБРАЗУЮТ НЕБОЛЬШИЕ ПУЧКИ. ТАК  
ЗАПАХ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ УЖЕ СОЗНАТЕЛЬНО.

ЭНТОРИНАЛЬНАЯ КОРА  
ГОЛОВНОГО МОЗГА  
СВЯЗЫВАЕТ ЗАПАХ  
С ВОСПОМИНАНИЯМИ  
И ГОРМОНАМИ.



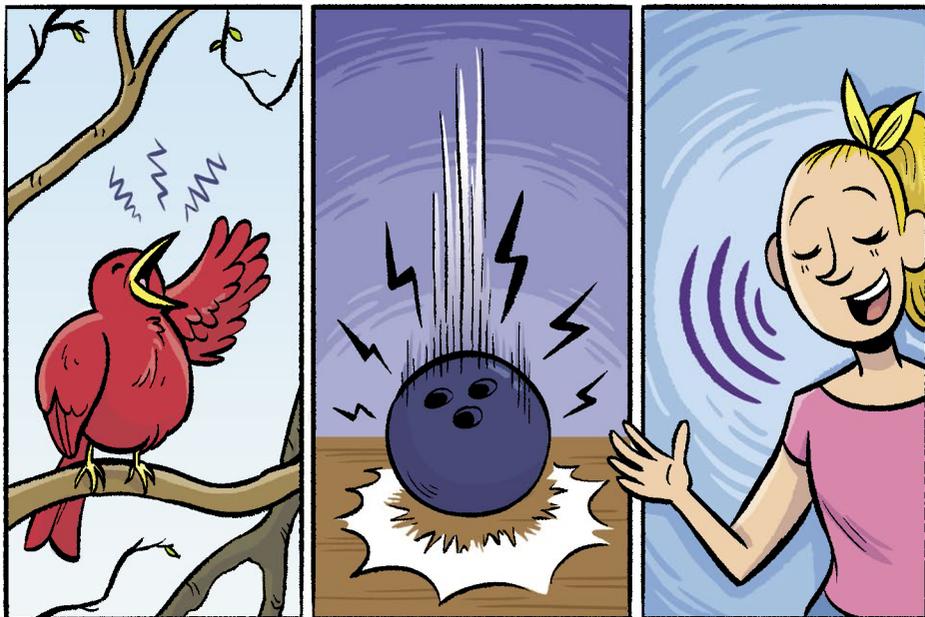
**ВКУСОВЫЕ СОСОЧКИ** – ЭТО МАЛЕНЬКИЕ ОТВЕРСТИЯ, КОТОРЫЕ ВСАСЫВАЮТ ЧАСТИЦЫ ПИЩИ И РАСПОЗНАЮТ ИХ МОЛЕКУЛЫ С ПОМОЩЬЮ МИКРОВОРСИНОК. МИКРОВОРСИНКИ ПОХОЖИ НА КРОШЕЧНЫЕ ВОЛОСКИ, СПОСОБНЫЕ РАЗЛИЧАТЬ ВКУСЫ: СОЛЕННЫЙ, СЛАДКИЙ, ГОРЬКИЙ, УМАМИ И КИСЛЫЙ.



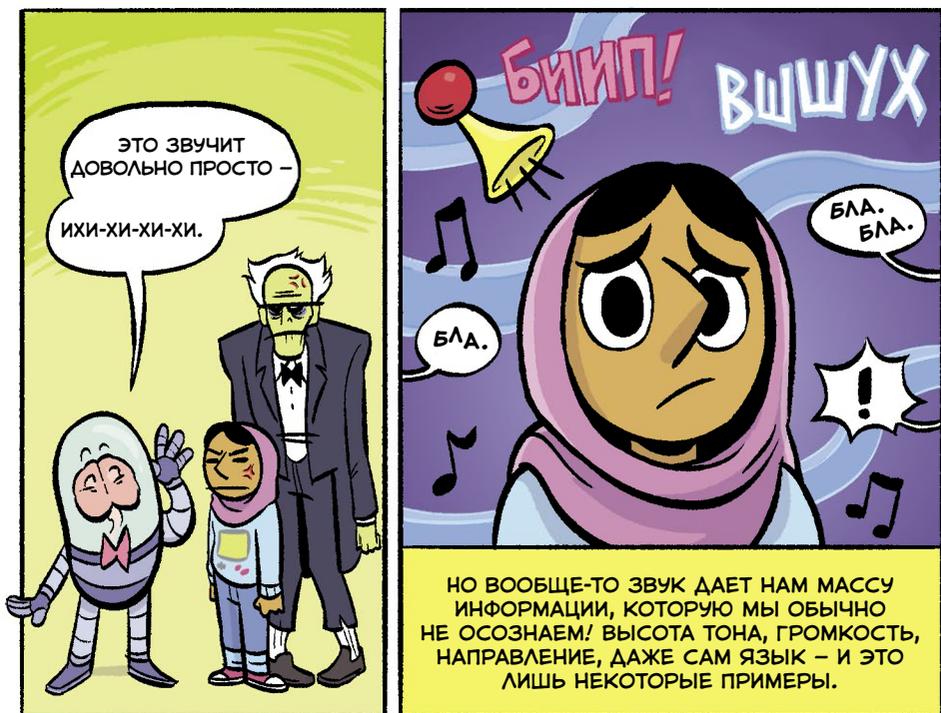
СООТНОШЕНИЕ КАЖДОГО ИЗ ВКУСОВ ВАЖНО ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ТОГО, ЧТО МЫ ЕДИМ, И ВСЕ ЭТО РАСШИФРОВЫВАЕТ МОЗГ.



КОГДА ТЫ ЖУЕШЬ ПИЩУ, ПАХУЧИЕ ВЕЩЕСТВА ВЫСВОБОЖДАЮТСЯ И ПОПАДАЮТ В НОС. ТАК ОБОНЯНИЕ ПОМОГАЕТ ТЕБЕ ВОСПРИНИМАТЬ БОГАТЫЕ ОТТЕНКИ ВКУСА.



ТО, ЧТО МЫ СЧИТАЕМ ЗВУКАМИ, – ВОЗДУШНЫЕ ВИБРАЦИИ, КОТОРЫЕ РАСПОЗНАЕТ МОЗГ. ИХ НАЗЫВАЮТ ЗВУКОВЫМИ ВОЛНАМИ.

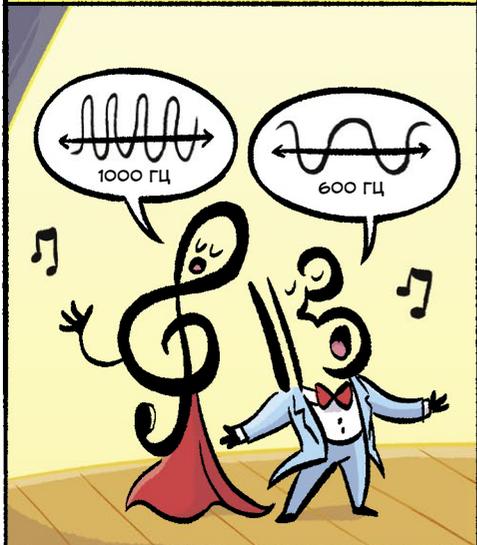


НО ВООБЩЕ-ТО ЗВУК ДАЕТ НАМ МАССУ ИНФОРМАЦИИ, КОТОРУЮ МЫ ОБЫЧНО НЕ ОСОЗНАЕМ! ВЫСОТА ТОНА, ГРОМКОСТЬ, НАПРАВЛЕНИЕ, ДАЖЕ САМ ЯЗЫК – И ЭТО ЛИШЬ НЕКОТОРЫЕ ПРИМЕРЫ.

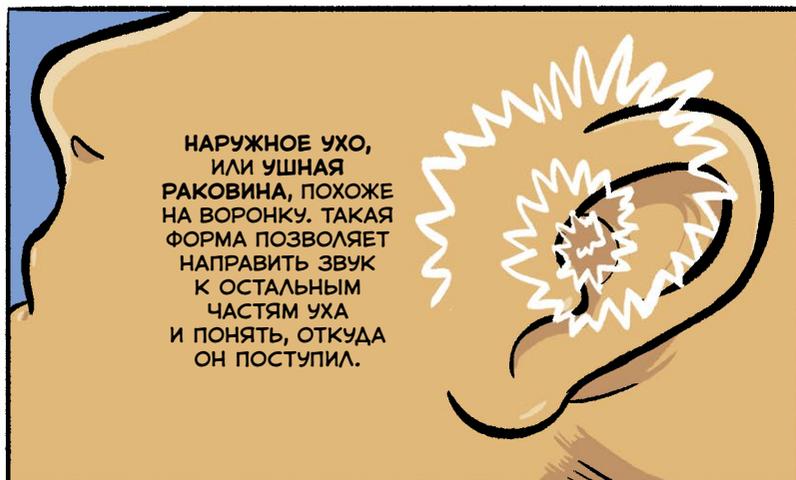
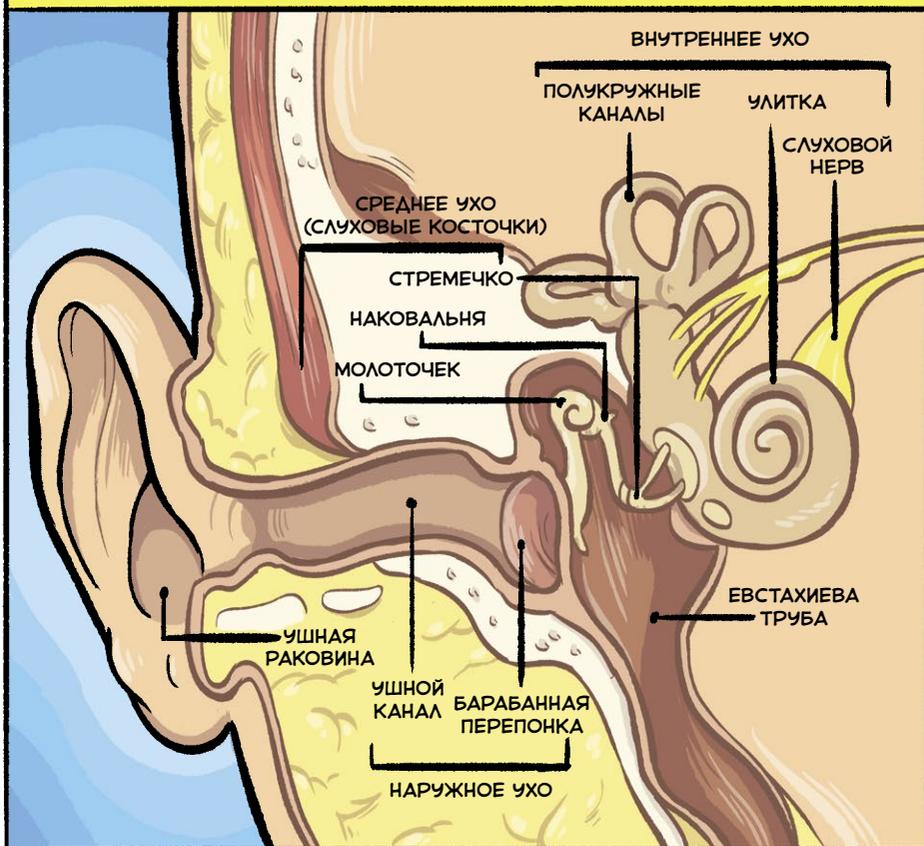


ЗВУК ПОЯВЛЯЕТСЯ, КОГДА ЧТО-ТО ВИБРИРУЕТ! ЧАСТОТА ЗВУКА ИЗМЕРЯЕТСЯ В ГЕРЦАХ – ЧИСЛЕ КОЛЕБАНИЙ В СЕКУНДУ. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ СЛУХ ОХВАТЫВАЕТ ДИАПАЗОН ОТ 20 ДО 20 000 ГЕРЦ. ЧЕМ БОЛЬШЕ ЧАСТОТА, ТЕМ ВЫШЕ ЗВУК.

ГРОМКОСТЬ ЗВУКА ЗАВИСИТ ОТ ВЫСОТЫ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ. ОНА ИЗМЕРЯЕТСЯ В ДЕЦИБЕЛАХ И ПОКАЗЫВАЕТ, С КАКОЙ СИЛОЙ ЗВУК БЬЕТ В УХО.



**УХО – СЛОЖНЫЙ ОРГАН. НА САМОМ ДЕЛЕ У НЕГО БОЛЬШЕ ОБЩЕГО С ОСЯЗАНИЕМ, ЧЕМ СО ЗРЕНИЕМ, ПОТОМУ ЧТО ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗДЕСЬ МЕХАНИЧЕСКОЕ.**



ЗВУК, СФОКУСИРОВАННЫЙ УШНОЙ РАКОВИНОЙ, ДВИЖЕТСЯ ПО УШНОМУ КАНАЛУ К ВНУТРЕННЕМУ УХУ.



ВО ВРЕМЯ ПРОХОЖДЕНИЯ ПО КАНАЛУ СРЕДНИЕ ЧАСТОТЫ УСИЛИВАЮТСЯ. ТАК ЗВУКИ, В ТОМ ЧИСЛЕ РЕЧЬ, СТАНОВЯТСЯ БОЛЕЕ ЧЕТКИМИ.

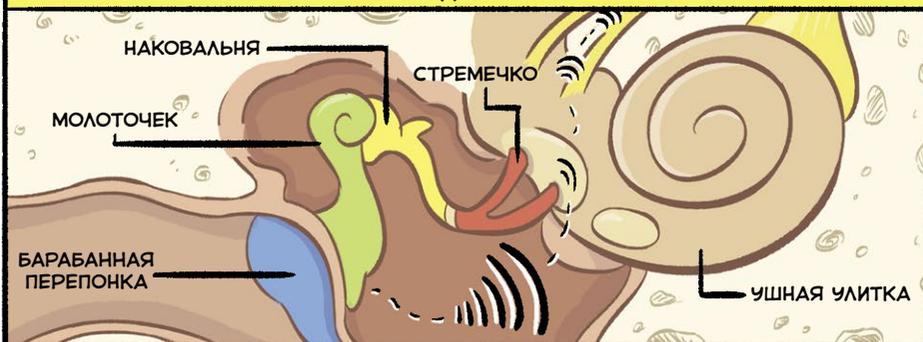
ЕЩЕ УШНОЙ КАНАЛ ЗАЩИЩАЕТ БАРАБАННУЮ ПЕРЕПОНКУ, А ОНА ОЧЕНЬ УЯЗВИМА. ТАК ЧТО ПОАККУРАТНЕЕ С НЕЙ!



ИТАК, УШНАЯ РАКОВИНА СОБРАЛА ЗВУК, А УШНОЙ КАНАЛ ЕГО УСИЛИЛ. ТЕПЕРЬ ОН ДОСТИГАЕТ БАРАБАННОЙ ПЕРЕПОНКИ (ТАКЖЕ ИЗВЕСТНОЙ КАК БАРАБАННАЯ МЕМБРАНА). В РЕЗУЛЬТАТЕ УСИЛЕННЫЕ ВИБРАЦИИ ПОПАДАЮТ В СРЕДНЕЕ УХО.



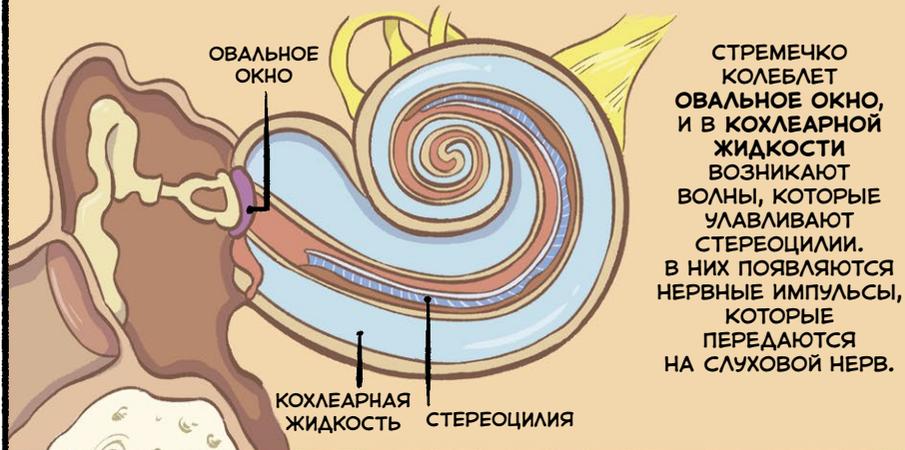
БАРАБАНАЯ ПЕРЕПОНКА ПРЕОБРАЗУЕТ ЗВУКОВУЮ ВОЛНУ В ФИЗИЧЕСКИЕ ВИБРАЦИИ. ОНИ ПРОХОДЯТ ВДОЛЬ СЛУХОВЫХ КОСТОЧЕК – ЦЕПочки ИЗ ТРЕХ КРОШЕЧНЫХ КОСТЕЙ В СРЕДНЕМ УХЕ.

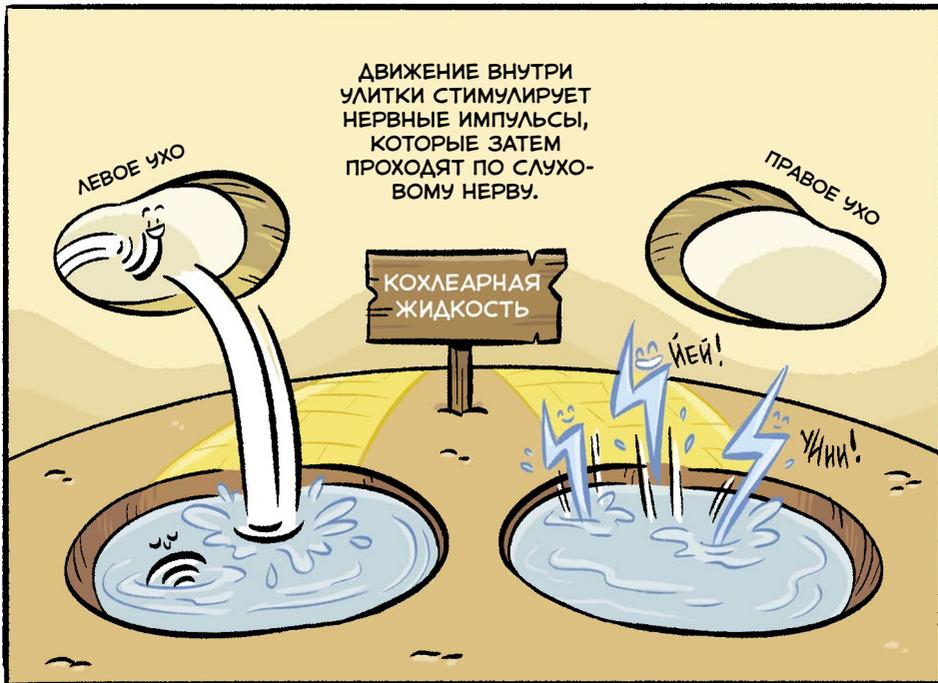


ОТ КОСТОЧЕК ВИБРАЦИЯ ПЕРЕДАЕТСЯ В УЛИТКУ ПУТЕМ ВИБРАЦИИ НЕБОЛЬШОЙ МЕМБРАНЫ В ПЕРЕДНЕЙ ЧАСТИ УЛИТКИ, КОТОРАЯ НАЗЫВАЕТСЯ ОВАЛЬНЫМ ОКНОМ.

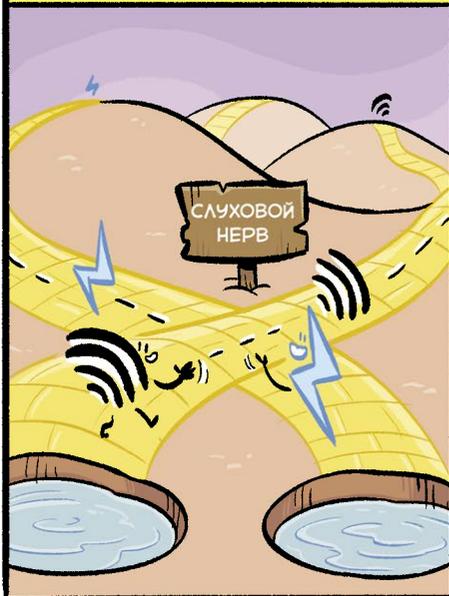


УШНАЯ УЛИТКА – ЭТО СПИРАЛЬ ГЛУБОКО ВО ВНУТРЕННЕМ УХЕ, ЗАПОЛНЕННАЯ ЖИДКОСТЬЮ. ВНУТРИ УЛИТКА ПОКРЫТА МАЛЕНЬКИМИ ВОЛОСКООБРАЗНЫМИ КЛЕТКАМИ, ИЗВЕСТНЫМИ КАК СТЕРЕОЦИЛИИ.

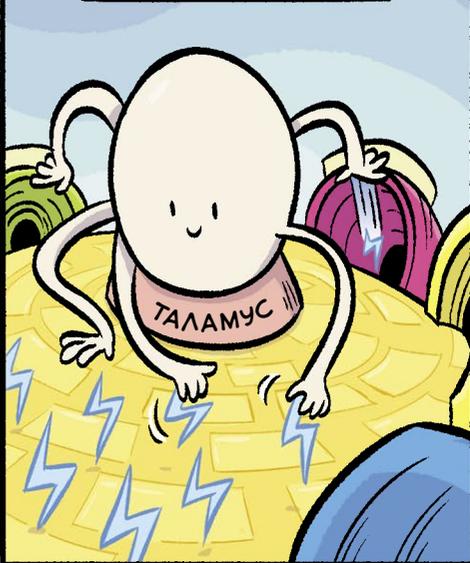




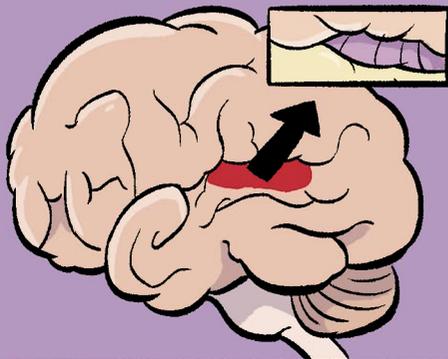
НА ПУТИ К СЛУХОВОЙ КОРЕ ЗВУК СНАЧАЛА ПЕРЕКЛЮЧАЕТСЯ ИЗ ЛЕВОГО УША В ПРАВУЮ ЧАСТЬ МОЗГА, А ИЗ ПРАВОГО УША – В ЛЕВУЮ.



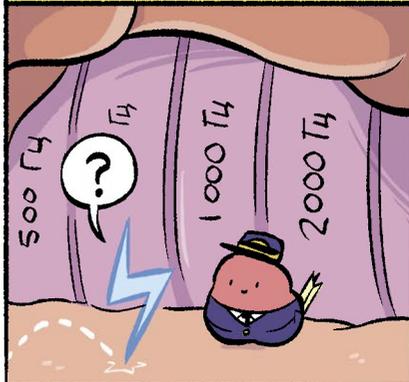
ТАЛАМУС НАПРАВЛЯЕТ ЗВУКОВУЮ ИНФОРМАЦИЮ В СЛУХОВУЮ КОРУ.



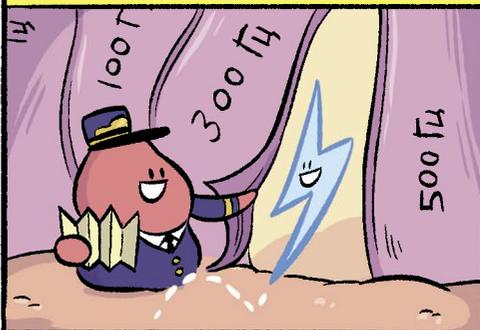
ВИСОЧНАЯ ДОЛЯ МОЗГА ПОМОГАЕТ ОБРАБАТЫВАТЬ СЛОЖНЫЕ ЗВУКИ ВРОДЕ РЕЧИ ИЛИ МУЗЫКИ, А ТАКЖЕ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА (ВЫСОТУ И ЧАСТОТУ).



В ТВОЕЙ СЛУХОВОЙ КОРЕ ЕСТЬ НАСТОЯЩАЯ КАРТА – ТОНОТОПИЧЕСКАЯ. ПРАВДА, НА НЕЕ «НАНЕСЕНЫ» НЕ РАЗНЫЕ МЕСТА, А ЗВУКОВЫЕ ЧАСТОТЫ.



ТОНОТОПИЧЕСКАЯ КАРТА РАСШИФРОВЫВАЕТ ИНФОРМАЦИЮ ИЗ УЛИТКИ. ИМЕННО ТАК МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ РАЗНИЦУ МЕЖДУ РЕВОМ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ЛЮБИМОЙ ПЕСНЕЙ.



СЛУХ – ЭТО КОМАНДНАЯ РАБОТА! ЧТОБЫ ПОНЯТЬ, ОТКУДА ИСХОДИТ ЗВУК, МОЗГ ОПРЕДЕЛЯЕТ РАЗНИЦУ В ЕГО ВОСПРИЯТИИ ЛЕВЫМ И ПРАВЫМ УХОМ.



В 1861 ГОДУ ФРАНЦУЗСКИЙ ХИРУРГ ПОЛЬ БРОКА РАБОТАЛ С ПАЦИЕНТОМ, КОТОРЫЙ ПОТЕРЯЛ СПОСОБНОСТЬ СОЕДИНЯТЬ СЛОВА В СВЯЗНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ, ХОТЯ ПОНИМАЛ ВСЕ, ЧТО ЕМУ ГОВОРИЛИ.



ИССЛЕДОВАВ МОЗГ ПАЦИЕНТА, УЧЕНЫЙ ОБНАРУЖИЛ ЗОНУ, ИЗВЕСТНУЮ СЕЙЧАС КАК ОБЛАСТЬ БРОКА.

ОБЛАСТЬ ВЕРНИКЕ БЫЛА ОТКРЫТА БЛИЖЕ К 1874 ГОДУ НЕМЕЦКИМ НЕВРОПАТОЛОГОМ КАРЛОМ ВЕРНИКЕ. У НЕГО БЫЛО НЕСКОЛЬКО ПАЦИЕНТОВ, КОТОРЫЕ С ЛЕГКОСТЬЮ СКЛАДЫВАЛИ СЛОВА В БЕССМЫСЛИЦУ И НЕ ПОНИМАЛИ, ЧТО ИМ ГОВОРЯТ.

ОБЛАСТИ ВЕРНИКЕ И БРОКА СОЕДИНЕНЫ ДУГООБРАЗНЫМ ПУЧКОМ. ОН ПОХОЖ НА СУПЕРСКОРОСТНУЮ МАГИСТРАЛЬ, КОТОРАЯ ПОЗВОЛЯЕТ ИМ ОЧЕНЬ БЫСТРО ОБМЕНИВАТЬСЯ ИНФОРМАЦИЕЙ.

ОБЛАСТЬ БРОКА:  
Артикуляция  
и грамматика.

ОБЛАСТЬ ВЕРНИКЕ:  
Понимание языка.

АССОЦИАТИВНАЯ  
СЛУХОВАЯ КОРА ПОЗВО-  
ЛЯЕТ ИНТЕРПРЕТИРОВАТЬ  
ТО, ЧТО МЫ СЛЫШИМ («ЭТО ПЧЕЛА ИЛИ  
ПРИБЛИЖАЮЩИЙСЯ ПОЕЗД?»). ОТЛИ-  
ЧАТЬ ОДНО ОТ ДРУГОГО ОЧЕНЬ ВАЖНО.

УГЛОВАЯ ИЗВИЛИНА ПРЕДНАЗНАЧЕНА  
ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ПРОЧИТАННОГО.  
ЭТА ОБЛАСТЬ ПОМОГАЕТ ОПРЕДЕЛЯТЬ  
СМЫСЛ ТОГО, ЧТО МЫ ВИДИМ И СЛЫШИМ.

БОЛЬШАЯ ЧАСТЬ ТВОЕГО СЛУХА НАЦЕЛЕНА НА ТО, ЧТОБЫ ПОНИМАТЬ  
ЧУЖУЮ РЕЧЬ. НО УМЕТЬ ГОВОРИТЬ САМОМУ ТАКЖЕ ОЧЕНЬ ВАЖНО.

ПРОИЗНОСИТЬ ЗВУКИ  
НА САМОМ ДЕЛЕ  
ОЧЕНЬ СЛОЖНО, ХОТЯ  
МЫ И ДЕЛАЕМ ЭТО  
НЕ ЗАДУМЫВАЯСЬ.

НАМ ПРИХОДИТСЯ  
КОНТРОЛИРОВАТЬ  
СВОЕ ДЫХАНИЕ,  
МЫШЦЫ ГОРТАНИ  
И ГОЛОСОВЫЕ  
СВЯЗКИ, А ТАКЖЕ  
ГУБЫ И ЯЗЫК.

ГУБЫ →

ЯЗЫК →

ГОРТАНЬ →

ГОЛОСОВЫЕ  
СВЯЗКИ →

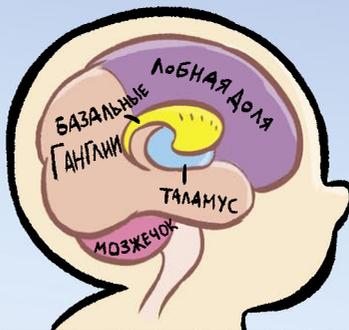


МА-МА!

ПА-ПА!



ПРИ ОСВОЕНИИ ЯЗЫКА АКТИВНЫ В ОСНОВНОМ  
БАЗАЛЬНЫЕ ГАНГЛИИ И ТАЛАМУС.  
ОНИ ДЕЙСТВУЮТ ЗАОДНО С ЛОБНОЙ ДОЛЕЙ.



КОГДА ТЫ  
УЧИШЬСЯ  
ГОВОРИТЬ,  
МОЗЖЕЧОК  
ОЧЕНЬ АКТИВЕН,  
ВЕДЬ ТЕБЕ НАДО  
КООРДИНИРОВАТЬ  
РАБОТУ РАЗНЫХ  
ОРГАНОВ.

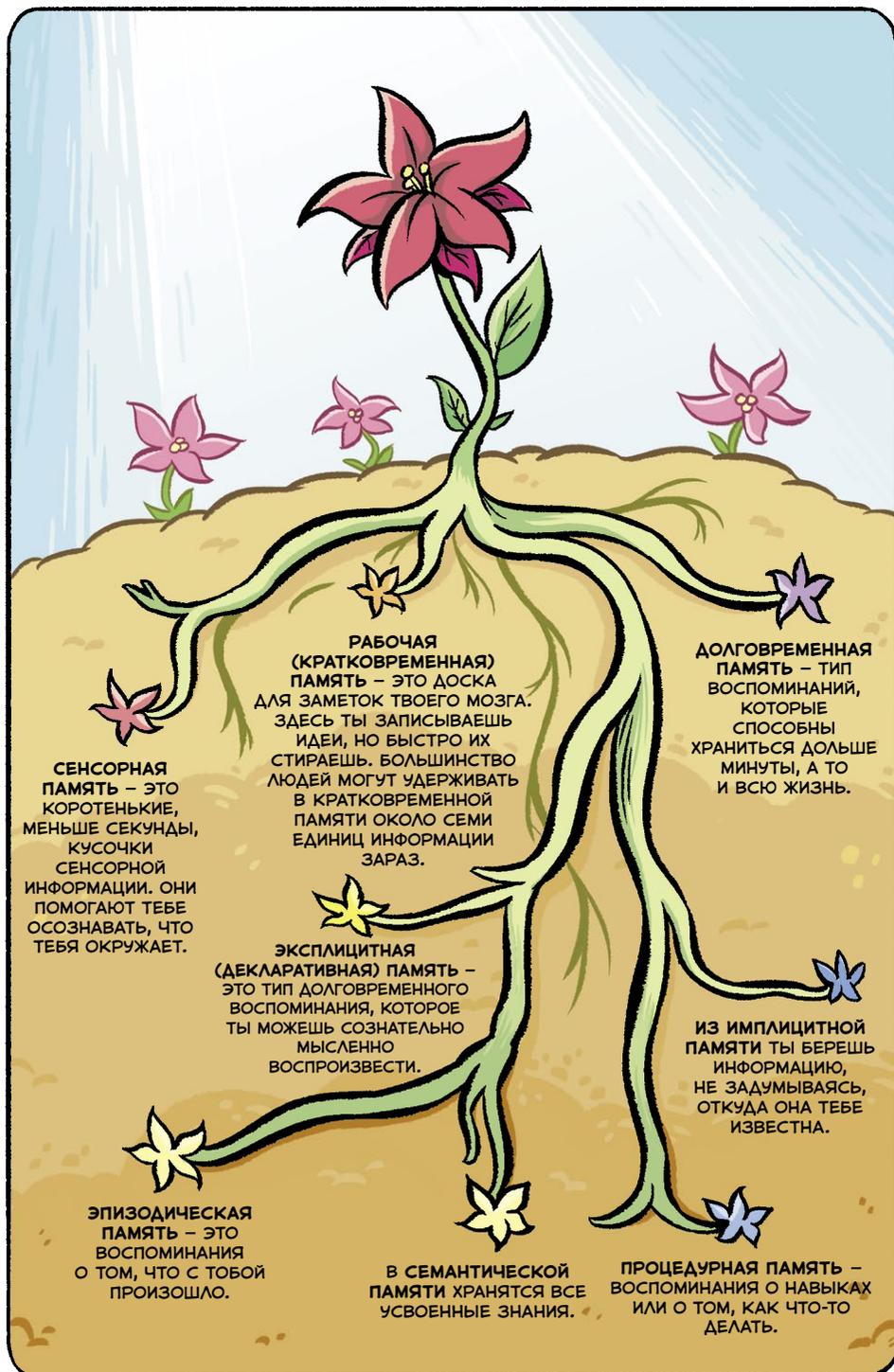
ЗДРАВСТВУЙ, ОТЕЦ.

С СОЖАЛЕНИЕМ  
СООБЩАЮ ТЕБЕ О ПРИ-  
СКОРЬНОМ СОСТОЯНИИ  
МОЕГО ПОДГУЗНИКА.



КАК ТОЛЬКО  
ТЫ ОВЛАДЕВАЕШЬ  
ЯЗЫКОМ, МОЗЖЕЧОК  
УСТУПАЕТ ТРУДНУЮ  
РАБОТУ ОСТАЛЬНОМУ  
МОЗГУ.









У ТЕБЯ ЕСТЬ СПИСОК, КОТОРЫЙ НУЖНО ЗАПОМНИТЬ,  
ТЫ СОХРАНЯЕШЬ ЕГО В КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ.  
ЗА НЕЕ ОТВЕЧАЕТ ЛОБНАЯ ДОЛЯ.



ТЫ ПОМНИШЬ, КАК КАТАТЬСЯ НА ВЕЛОСИПЕДЕ. И ДУМАТЬ  
ОБ ЭТОМ ТЕБЕ НЕ НУЖНО, ПОТОМУ ЧТО НАВЫК ХРАНИТСЯ  
В МОЗЖЕЧКЕ – В ПРОЦЕДУРНОЙ ПАМЯТИ.



КОГДА ТЫ ЕДЕШЬ НА ВЕЛОСИПЕДЕ ПО УЛИЦЕ, РЯДОМ ТАК И МЕЛЬКАЮТ АВТОМОБИЛИ И ЛЮДИ МЕНЯЮТСЯ. ТАК ЧТО НАДО ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОРГАНЫ ЧУВСТВ, ЧТОБЫ АНАЛИЗИРОВАТЬ ВСЕ ВОКРУГ.

ВСЕ, МИМО ЧЕГО ТЫ ПРОЕЗЖАЕШЬ, ОСТАЕТСЯ В СЕНСОРНОЙ ПАМЯТИ. ТЕБЕ НЕ НУЖНО ЗАПОМИНАТЬ ЭТО ДОЛЬШЕ ЧЕМ НА СЕКУНДУ. ВЕДЬ ТАКАЯ ПАМЯТЬ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ТОЛЬКО ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ ТЫ ИМЕЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ОКРУЖАЮЩЕМ МИРЕ.

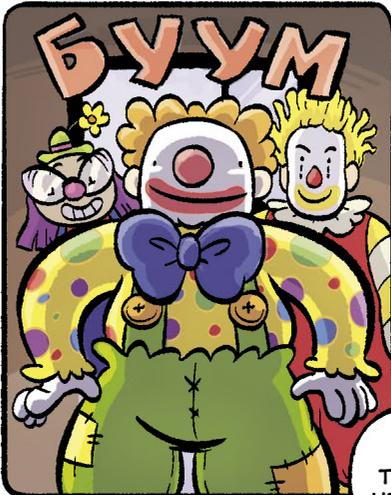




ПРИВЕТ,  
НУР!

ПРИВЕТСТВУЮ, МИСТЕР. НАДЕЮСЬ,  
НИКАКИЕ СТИЛЬНЫЕ ЗОМБИ НЕ  
ПОХИЩАЛИ ВАШИХ РОДСТВЕННИКОВ  
В ЭТОТ ПРЕКРАСНЫЙ ДЕНЬ.

НЕ-А,  
НА ЗОМБИ-ФРОНТЕ  
ВСЕ СПОКОЙНО.



ОХ!  
ТОЛЬКО  
НЕ ЭТО...



СФОРМИРОВАННОЕ ВОСПОМИНАНИЕ  
СОХРАНЯЕТСЯ В ГИППОКАМПЕ,  
КОТОРЫЙ РАСПРЕДЕЛЯЕТ ЕГО  
ЭЛЕМЕНТЫ ПО РАЗЛИЧНЫМ  
ОБЛАСТЯМ МОЗГА.

ВОСПОМИНАНИЕ ОБ ЭТОМ  
КОШМАРНОМ ГРИМЕ,  
СКРЫВАЮЩЕМ БОГ  
ЗНАЕТ ЧТО, ОТПРАВИТСЯ  
В ЗАТЫЛОЧНУЮ КОРУ  
ГОЛОВНОГО МОЗГА.

А ЧТО ЖЕ ОЩУЩЕНИЕ,  
КОТОРОЕ ПОЯВЛЯЕТСЯ  
ОТ СТРУИ ХОЛОДНОЙ  
ВОДЫ В ЛИЦО? ЕГО МЕСТО  
В ТЕМЕННОЙ ДОЛЕ.

ЕДКИЙ ЗАПАХ ДУХОВ?  
ПЕРВИЧНАЯ  
ОБОНЯТЕЛЬНАЯ КОРА.

ЗВУК ДЬЯВОЛЬСКОГО  
СМЕХА? ВИСОЧНАЯ ДОЛЯ.

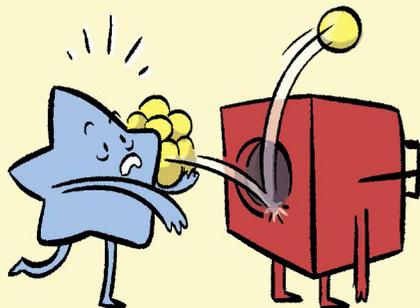
ГИППОКАМП СВЯЗЫВАЕТ ВСЕ ОТДЕЛЬНЫЕ ВОСПОМИНАНИЯ  
ВОЕДИНО, И ТЫ МОЖЕШЬ ВОСПРОИЗВЕСТИ ЭТОТ АДСКИЙ  
КОШМАР В ДЕТАЛЯХ!



**СЕМАНТИЧЕСКАЯ ПАМЯТЬ** – ЭТО ДРУГОЙ ТИП ЭКСПЛИЦИТНОЙ, ИЛИ ДЕКЛАРАТИВНОЙ, ПАМЯТИ. БЛАГОДАРИ ЕЙ ТЫ ПОМНИШЬ ФАКТЫ, ЦИФРЫ И ИНФОРМАЦИЮ И ПРИ ЭТОМ НЕ ОБЯЗАТЕЛЬНО ОСОЗНАЁШЬ, ГДЕ И КОГДА ИХ УЗНАЛА.



ЕСТЬ НЕСКОЛЬКО ПРИЧИН, ПО КОТОРЫМ ТЫ ЧТО-ТО ЗАБЫВАЕШЬ. ВОТ ОДНА ИЗ НИХ: ВОСПОМИНАНИЕ НЕ БЫЛО ЗАКОДИРОВАНО. ЗНАЧИТ, ЧТО ОНО ТАК И НЕ ПЕРЕШЛО ИЗ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ В ДОЛГОВРЕМЕННУЮ. А ИНОГДА ВОСПОМИНАНИЕ ФАКТИЧЕСКИ ТЕРЯЕТСЯ (ХОТЯ ЭТО ПРОИСХОДИТ ОЧЕНЬ РЕДКО)!



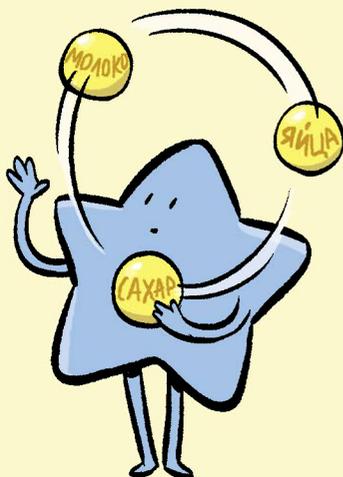
КРАТКОВРЕМЕННАЯ  
ПАМЯТЬ

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ  
ПАМЯТЬ

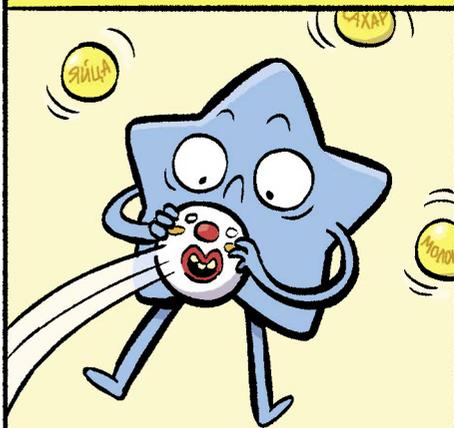
ИЛИ ТЫ, ВОЗМОЖНО, НА САМОМ ДЕЛЕ НЕ ЗАБЫЛА, А ПРОСТО НЕ СМОГЛА ИЗВЛЕЧЬ ВОСПОМИНАНИЕ. ОНО ПО-ПРЕЖНЕМУ У ТЕБЯ В ГОЛОВЕ, ПРОСТО НЕ ПОЛУЧАЕТСЯ ЕГО ВОСПРОИЗВЕСТИ.



КРАТКОВРЕМЕННАЯ ПАМЯТЬ МОЖЕТ ХРАНИТЬ ОГРАНИЧЕННОЕ КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ В ТЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕННОГО ВРЕМЕНИ.

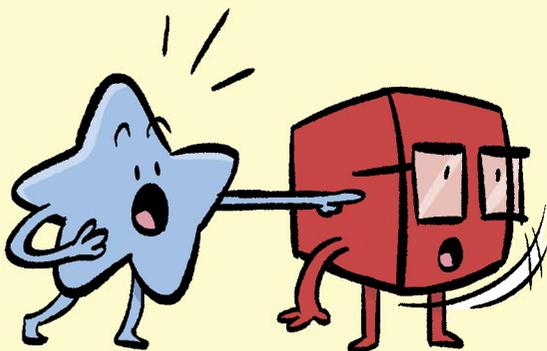


ЕСЛИ СЛУЧАЕТСЯ ЧТО-ТО ВАЖНОЕ ВРОДЕ НАШЕСТВИЯ КЛОУНОВ, КРАТКОСРОЧНАЯ ПАМЯТЬ ПОЛНОСТЬЮ ПЕРЕКЛЮЧАЕТСЯ НА ЭТО СОБЫТИЕ.

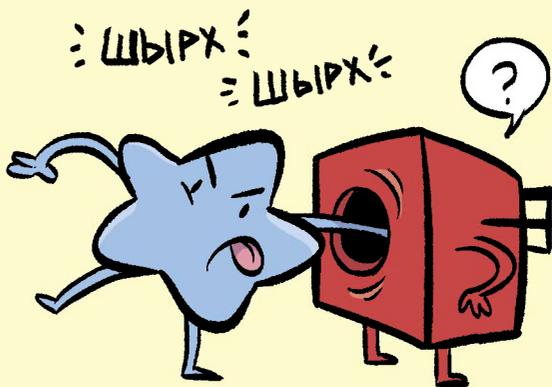


ПОЭТОМУ ДРУГИЕ ВОСПОМИНАНИЯ ВРОДЕ СПИСКА ПОКУПОК МОГУТ ЗАТЕРЯТЬСЯ.

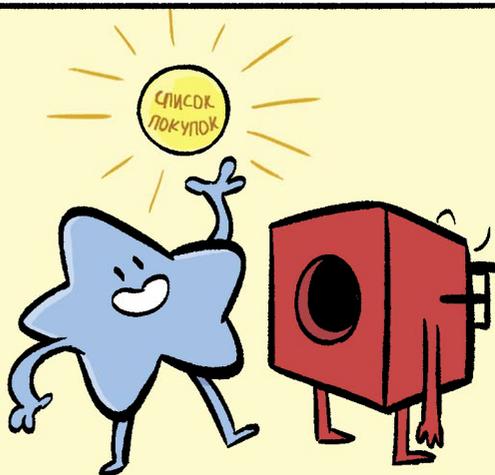
ОДНАКО ЕСТЬ СПОСОБЫ ПЕРЕХИТРИТЬ СЕБЯ И ВСПОМНИТЬ! МЫ НАЗЫВАЕМ ТАКИЕ ПРИЕМЧИКИ МНЕМО-ТЕХНИКОЙ.



ВМЕСТО ТОГО ЧТОБЫ ИЗО ВСЕХ СИЛ ПЫТАТЬСЯ ИЗВЛЕЧЬ ИНФОРМАЦИЮ ИЗ СВОЕЙ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ, ПОПРОБУЙ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЭПИЗОДИЧЕСКУЮ ПАМЯТЬ!



ТЫ ЗАБЫЛА СПИСОК, ЗАТО В ПАМЯТИ ОСТАЛСЯ РАЗГОВОР С ОТЦОМ? ВСПОМНИ ЭТОТ РАЗГОВОР – И СПИСОК ВСПЛЫВЕТ САМ СОБОЙ!

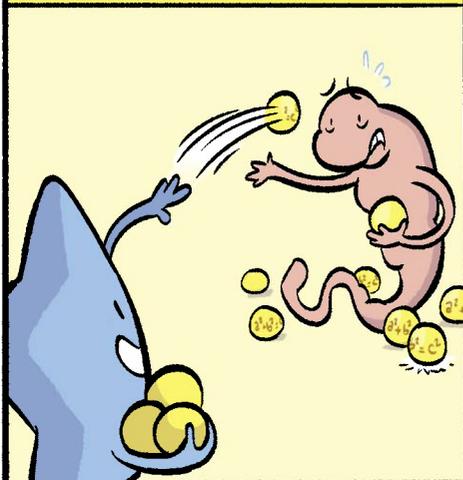




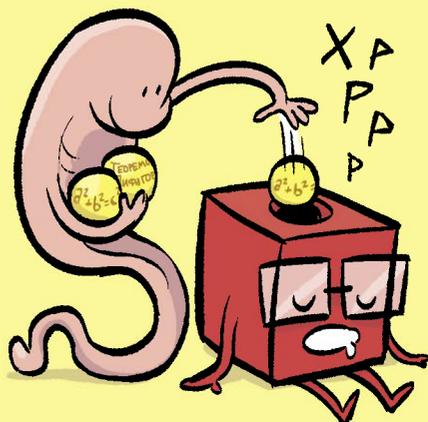
ВОТ ТАКОЙ ПРИМЕР МНЕМОТЕХНИКИ. АССОЦИАЦИЯ С ЧЕМ-ТО ПОМОГАЕТ ИЗВЛЕЧЬ ВОСПОМИНАНИЕ. ПРОЩЕ ВСПОМНИТЬ ПЕРВЫЙ ПУНКТ В СПИСКЕ, ЧЕМ КАКОЙ-ТО СЛУЧАЙНЫЙ ИЗ СЕРЕДИНЫ. ЭТО НАЗЫВАЕТСЯ ЭФФЕКТ КРАЯ.



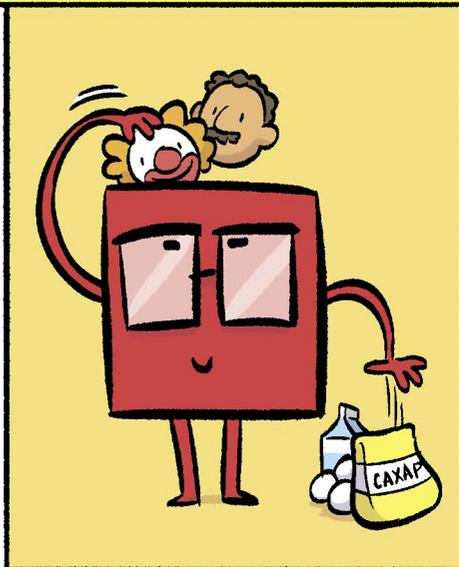
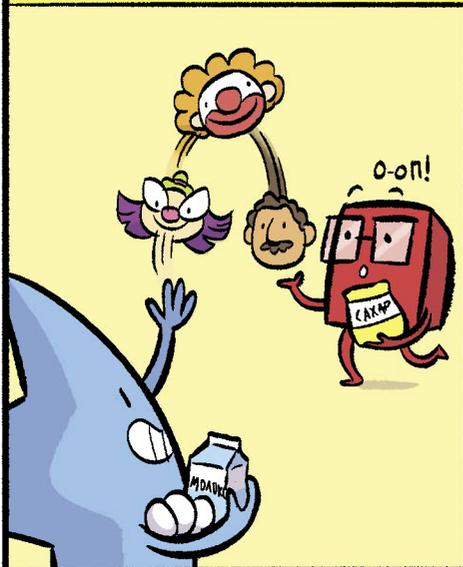
ЕСЛИ ХОЧЕШЬ ПЕРЕНЕСТИ ЧТО-ТО В ДОЛГОВРЕМЕННУЮ ПАМЯТЬ, НУЖНО УДЕЛИТЬ ЭТОМУ ВНИМАНИЕ! ЛУЧШИЙ СПОСОБ – ПРАКТИКОВАТЬСЯ В ТЕЧЕНИЕ НЕКОТОРОГО ВРЕМЕНИ. ТАК ТВОЙ ГИППОКАМП ПОЙМЕТ, ЧТО ИНФОРМАЦИЯ ВАЖНА.



КОГДА ТЫ СПИШЬ, ГИППОКАМП СНОВА И СНОВА ВОСПРОИЗВОДИТ ТО, ЧТО ТЫ ХОЧЕШЬ ЗАПОМНИТЬ. ОН ФОРМИРУЕТ СИНАПТИЧЕСКИЕ ПУТИ И УСИЛИВАЕТ ВОСПОМИНАНИЕ.



ВЕРОЯТНО, ТЫ ДОВОЛЬНО БЫСТРО ЗАБУДЕШЬ СПИСОК ПОКУПОК. А КАК НАСЧЕТ СЛУЧАЯ, КОГДА ТОЛПА КЛОУНОВ ДО СМЕРТИ НАПУГАЛА ТЕБЯ В МАГАЗИНЕ? ВОЗМОЖНО, ЭТО СОБЫТИЕ ТЫ БУДЕШЬ ПОМНИТЬ ВСЮ ЖИЗНЬ.

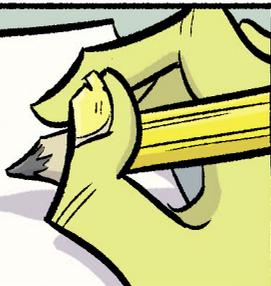


ЛАДНО, ПРИНЯТО. ЧТОБЫ ЗАПОМНИТЬ ЧТО-ТО КАК СЛЕДУЕТ, НАДО ПЕРЕТАЩИТЬ ЭТО ИЗ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ В ДОЛГОВРЕМЕННУЮ. И ПОЧЕМУ ЖЕ Я ДО СИХ ПОР НЕ ОТЛИЧНИЦА?

ЕСТЬ МНОГО СПОСОБОВ ВОСПРОИЗВОДИТЬ ВОСПОМИНАНИЯ. ВСЕ ЗАВИСИТ ОТ ТОГО, КАК ТЫ ИХ КОДИРУЕШЬ И ВОСПРОИЗВОДИШЬ. ЗАПОМНИТЬ ЧТО-ТО МОЖНО ТРЕМЯ ПУТЯМИ: **ВСПОМНИТЬ, УЗНАТЬ И ЗАНОВО ВЫУЧИТЬ.**

ИМЯ: **Зомби**

1) Кто и в каком году сформулировал теорему Пифагора?



**ВСПОМНИТЬ** – ЗНАЧИТ ВОСПРОИЗВЕСТИ ТО, ЧТО ТЫ УЗНАЛА ИЛИ ИСПЫТАЛА РАНЕЕ.

Пифагор – древнегреческий математик и философ, между 570 и 495 годами до н.э. Возможно, открытие было сделано еще раньше, в древней Вавилонии.

2) Вопрос с множественным выбором: в каком из вариантов представлена теорема Пифагора?

- a.  $a^2 + b^2 = c^2$
- b.  $a^3 + b^3 = c^3$
- c.  $E = MC^2$

**УЗНАТЬ** – ТО ЕСТЬ ОПРЕДЕЛИТЬ ИНФОРМАЦИЮ, ПОЛУЧЕННУЮ РАНЕЕ.

3) примени теорему Пифагора, чтобы определить величину X:

$$6^2 + 8^2 = X^2$$

$$X = \sqrt{(6^2 + 8^2)}$$

**ЗАНОВО ВЫУЧИТЬ** – ИЗУЧИТЬ ЧТО-ТО ВО ВТОРОЙ РАЗ. ЭТО ПРОИСХОДИТ БЫСТРЕЕ, ЧЕМ В ПЕРВЫЙ.

**ОБУЧЕНИЕ – ЭТО НАКОПЛЕНИЕ ЗНАНИЙ И НАВЫКОВ С ТЕЧЕНИЕМ ВРЕМЕНИ И СПОСОБНОСТЬ АДАПТИРОВАТЬСЯ. ТЫ МОЖЕШЬ ИССЛЕДОВАТЬ ПРОШЛЫЙ ОПЫТ И ПРИМЕНИТЬ НОВУЮ ИНФОРМАЦИЮ, ЧТОБЫ РЕШИТЬ ПРОБЛЕМУ.**



**ОБУЧЕНИЕ УКРЕПЛЯЕТ И ИЗМЕНЯЕТ СИНАПСЫ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ.**

**ЧЕМ КРЕПЧЕ СИНАПС, ТЕМ БЫСТРЕЕ ТЫ СРЕАГИРУЕШЬ НА СИТУАЦИЮ, ИСПОЛЬЗУЯ УСВОЕННЫЕ ЗНАНИЯ, НАВЫКИ ИЛИ ПОВЕДЕНИЕ.**



**ОБУЧЕНИЕ ПОХОЖЕ НА ТРОПИНКУ В ЛЕСУ. КОГДА ИДЕШЬ ПО НЕЙ ВПЕРВЫЕ, ИНОГДА ТРУДНО СОРИЕНТИРОВАТЬСЯ.**

**ТЕБЕ ЕЩЕ НЕЗНАКОМ ЭТОТ ПУТЬ. НО ЧЕМ БОЛЬШЕ ШАГАЕШЬ, ТЕМ ОН ЯСНЕЕ И ЧЕТЧЕ.**

**ЕСЛИ ДЛЯ ТЕБЯ ПУТЬ ДОСТАТОЧНО ВАЖЕН, ТРОПИНКА МОЖЕТ ПРЕВРАТИТЬСЯ В УЛИЦУ ИЛИ ШОССЕ! ВОТ ЧТО ТАКОЕ ОБУЧЕНИЕ.**



ЕСЛИ ХОЧЕШЬ, ЧТОБЫ ВСЕ БЫЛО ПО-НАСТОЯЩЕМУ ПРОСТО, ВОТ ТЕБЕ ДВА ТИПА НЕАССОЦИАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ: ПРИВЫКАНИЕ И СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ.

ТЫ МОЖЕШЬ УВИДЕТЬ ЧТО-ТО НЕОБЫЧНОЕ, А ПОТОМ ПРИВЫКНУТЬ К ЭТОМУ СО ВРЕМЕНЕМ.



ДОПУСТИМ, ПО ДОРОГЕ В ШКОЛУ ТЫ ВСТРЕТИЛА ВО ДВОРЕ ДОМА ОГРОМНУЮ ЗЕЛЕНУЮ СЛОНИХУ.

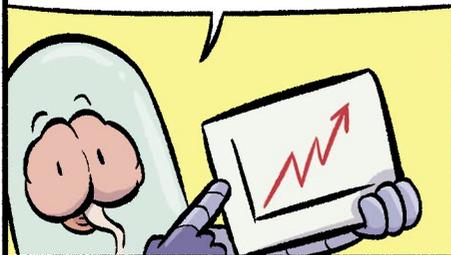
ОЧЕВИДНО, ОГРОМНАЯ ЗЕЛЕНАЯ СЛОНИХА УДИВИТ КОГО УГОДНО. ТЕБЯ ОНА ТОЖЕ УДИВИТ. НО ЕСЛИ ОНА БУДЕТ СТОЯТЬ ТАМ КАЖДЫЙ ДЕНЬ, ТЫ ПРИВЫКНЕШЬ.



ЧЕМ ЧАЩЕ ОДИН И ТОТ ЖЕ РАЗДРАЖИТЕЛЬ НА ТЕБЯ ДЕЙСТВУЕТ, ТЕМ МЕНЬШЕ ОН ТЕБЯ ИНТЕРЕСУЕТ. ЭТО И ЕСТЬ ПРИВЫКАНИЕ.



СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ  
ПРОТИВОПОЛОЖНА ПРИВЫКАНИЮ:  
ТВОЯ ОСВЕДОМЛЕННОСТЬ  
О КОНКРЕТНОМ РАЗДРАЖИТЕЛЕ  
СО ВРЕМЕНЕМ ВОЗРАСТАЕТ.





**НА ПРАКТИКЕ:** ПОВТОРЕНИЕ ЧЕРЕЗ ОПРЕДЕЛЕННОЕ ВРЕМЯ – ЛУЧШИЙ СПОСОБ ЗАПОМИНАТЬ ИНФОРМАЦИЮ! ТАК ТЫ ПОКАЗЫВАЕШЬ МОЗГУ, ЧТО ЭТИ ЗНАНИЯ ВАЖНЫ И ИХ СТОИТ ЗАПОМНИТЬ.



**ВЕРНЫЙ СПОСОБ – ИСПОЛЬЗОВАТЬ НЕСКОЛЬКО МЕТОДОВ ПОДРЯД:** ПРОИЗНЕСИ ВСЛУХ, ЗАПИШИ, ПРОЧТИ И ПОВТОРИ! НО...

...УЧИСЬ ПОНЕМНОГУ. ЛУЧШЕ ПО ЧУТЬ-ЧУТЬ КАЖДЫЙ ДЕНЬ, ЧЕМ СРАЗУ НЕСКОЛЬКО ЧАСОВ ПОДРЯД! МОЗГУ ПРОЩЕ УСВАИВАТЬ ИНФОРМАЦИЮ ПОРЦИЯМИ. ПРЕДСТАВЬ, ЧТО ТЕБЕ НУЖНО ПЕРЕНЕСТИ 100 КИРПИЧЕЙ. ЕСЛИ ТЫ ПОПЫТАЕШЬСЯ УТАЩИТЬ ИХ СРАЗУ, БУДЕТ ОЧЕНЬ ТЯЖЕЛО. А ВОТ ПО ОДНОМУ – ГОРАЗДО ЛЕГЧЕ.



СПИ. ДА-ДА, СПИ, СПИ И ЕЩЕ РАЗ СПИ! СОН ОЧЕНЬ ВАЖЕН ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ЗНАНИЙ ИЗ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ В ДОЛГОВРЕМЕННУЮ. ЕСЛИ ДО ЭТОГО ТЫ УЧИЛАСЬ ПОНЕМНОГУ, НО РЕГУЛЯРНО, ПЕРЕД ЭКЗАМЕНОМ ХОРОШЕНЬКО ОТДОХНИ, А НЕ ЗУБРИ ВСЮ НОЧЬ!



ИТАК, ПОДВЕДЕМ ИТОГ (ПОТОМУ ЧТО ПОВТОРЕНИЕ ВАЖНО!). ПОВТОРЯЙ ТО, ЧТО ТЫ ВЫУЧИЛА, ЧЕРЕЗ РАВНЫЕ ПРОМЕЖУТКИ ВРЕМЕНИ, ДАЖЕ ЕСЛИ ДУМАЕШЬ, ЧТО УЖЕ ВСЕ ЗНАЕШЬ. НЕ ПЕРЕГРУЖАЙСЯ. И ВЫСЫПАЙСЯ КАК СЛЕДУЕТ!



ПОДУМАЙ ОБ ИНТЕЛЛЕКТЕ ВОТ С КАКОЙ СТОРОНЫ: У КАЖДОГО ЕСТЬ ДВА ГЛАЗА, НОС И РОТ, НО МЫ ВСЕ РАВНО ОЧЕНЬ-ОЧЕНЬ РАЗНЫЕ.



ТАК ЖЕ, КАК НЕТ ОДИНАКОВЫХ ЛИЦ, НЕТ ДВУХ АБСОЛЮТНО ОДИНАКОВЫХ МОЗГОВ! У ВСЕХ НАС ЕСТЬ ДВА ПОЛУШАРИЯ, МОЗОЛИСТОЕ ТЕЛО, ВИСОЧНОЕ ТЕЛО И ОСТАЛЬНЫЕ ПРЕКРАСНЫЕ ДОЛИ. НО МЫ ДУМАЕМ, ПОСТУПАЕМ И РЕАГИРУЕМ ПО-РАЗНОМУ.

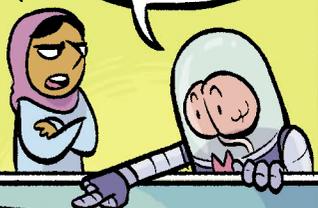


ТО ЖЕ ОТНОСИТСЯ И К ИНТЕЛЛЕКТУ. НЕТ ДВУХ АБСОЛЮТНО ОДИНАКОВЫХ ЛЮДЕЙ. ЧЕСТНО ГОВОРЯ, ЕСЛИ ВСЕ СТАНУТ ДУМАТЬ И ПОСТУПАТЬ ОДИНАКОВО, ХЛОПОТ НЕ ОБЕРЕШЬСЯ. НАСТУПИТ КОНЕЦ СВЕТА! ОБЩЕСТВО РУХНЕТ!



ЧТО-ТО ВЫ ДРАМАТИЗИРУЕТЕ.

НИ КАПЛИ! ЧТОБЫ ТЫ В ЭТОМ УБЕДИЛАСЬ, РАЗБЕРЕМСЯ, ЧТО ТАКОЕ ИНТЕЛЛЕКТ.



СКАЖИТЕ, ЧТО ДЛЯ ВАС ИНТЕЛЛЕКТ?

УМЕНИЕ УЧИТЬСЯ И ПОЛУЧАТЬ ЗНАНИЯ!

УМЕНИЕ РАСПОЗНАВАТЬ ПРОБЛЕМЫ И РЕШАТЬ ИХ, ПРИМЕНЯЯ ЗНАНИЯ.

УМЕНИЕ ДОНОСИТЬ СВОИ ИДЕИ!



# ТИПЫ

## ЛОГИЧЕСКИЙ И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ  
ОЦЕНКА,  
ПОНИМАНИЕ И РЕ-  
ШЕНИЕ МАТЕМА-  
ТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ,  
ВЫЯВЛЕНИЕ ЗАКОНО-  
МЕРНОСТЕЙ.



## ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
И ПОНИМАНИЕ ЯЗЫКА  
(В РЕЧИ И МЫШЛЕ-  
НИИ), СПОСОБНОСТЬ  
ДОНОСИТЬ МЫСЛИ  
ДО ДРУГИХ.



## ПРОСТРАНСТВЕН- НЫЙ И ВИЗУАЛЬНЫЙ

ОБЪЕМНОЕ ПРЕД-  
СТАВЛЕНИЕ О ПРЕД-  
МЕТАХ, ОРИЕНТАЦИЯ  
В ПРОСТРАНСТВЕ,  
ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ  
МЫСЛЕННЫХ ОБРА-  
ЗОВ В РЕАЛЬНОСТИ  
(ЖИВОПИСЬ,  
СКУЛЬПТУРА И Т. Д.).



## КИНЕСТЕТИЧЕСКИЙ

ВЫРАЖЕНИЕ ЧУВСТВ  
И ИДЕЙ С ПОМОЩЬЮ  
ТЕЛА (СПОСОБНОСТЬ  
ЗАБИТЬ ГОЛ В ФУТ-  
БОЛЕ, ПОКАЗАТЬ  
РАДОСТЬ И ПЕЧАЛЬ  
В ТАНЦЕ И Т. Д.).



ОБЫЧНО ВЫДЕЛЯЮТ  
ВОСЕМЬ ТИПОВ  
ИНТЕЛЛЕКТА.

ВСЕ ОНИ  
КОМБИНИРУЮТСЯ  
И РЕДКО ВСТРЕЧАЮТСЯ  
ОТДЕЛЬНО.



# ИНТЕЛЛЕКТА

## НАТУРАЛИСТИЧЕСКИЙ

ПОНИМАНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ, МИРА ПРИРОДЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ МЕЖДУ РАЗНЫМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ ВИДАМИ.



## МУЗЫКАЛЬНЫЙ

СОЗДАНИЕ, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ И ПОНИМАНИЕ СЛОЖНЫХ СОЧЕТАНИЙ ЗВУКОВ – РАЗНЫХ ВЫСОТЫ, РИТМА И ТОНА.



## МЕЖЛИЧНОСТНЫЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ

ПОНИМАНИЕ МОТИВОВ ОКРУЖАЮЩИХ, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ЛЮДЬМИ, СОПЕРЕЖИВАНИЕ, ПОНИМАНИЕ ВЕРБАЛЬНОЙ (РЕЧЕВОЙ) И НЕВЕРБАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ.



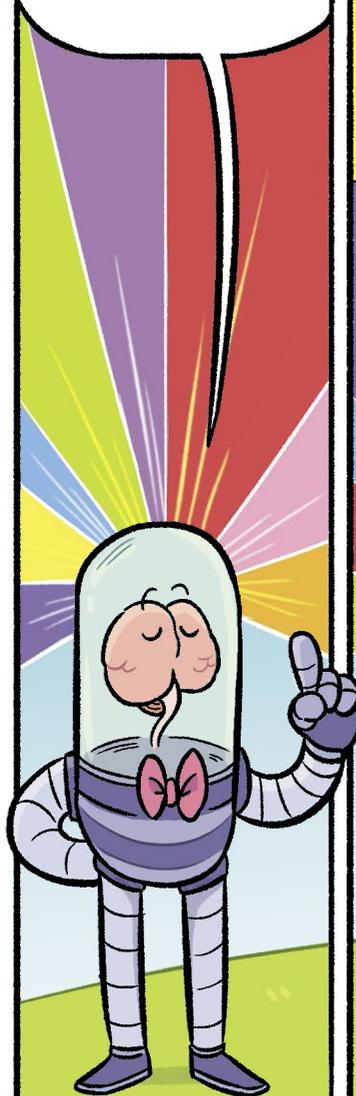
## ВНУТРИЛИЧНОСТНЫЙ

ПОНИМАНИЕ СВОИХ ЦЕЛЕЙ И МОТИВОВ, ИНИЦИАТИВНОСТЬ, РАЗМЫШЛЕНИЕ НАД ВАЖНЫМИ ВОПРОСАМИ БЫТИЯ («В ЧЕМ СМЫСЛ ЖИЗНИ?», НАПРИМЕР).



(ВООБЩЕ, ЭТО ЛИШЬ ОДНА ИЗ ТЕОРИЙ, КАСАЮЩИХСЯ ИНТЕЛЛЕКТА. ЕСТЬ МНОЖЕСТВО ДРУГИХ. МОЗГ КАЖДОГО ЧЕЛОВЕКА УНИКАЛЕН И УДИВИТЕЛЕН!)

КАЖДЫЙ ЧЕЛОВЕК  
В МИРЕ ОБЛАДАЕТ  
СОЧЕТАНИЕМ РАЗНЫХ  
ТИПОВ ИНТЕЛЛЕКТА.



НАПРИМЕР, АРХИТЕКТОРУ  
НУЖЕН МОЩНЫЙ  
МАТЕМАТИЧЕСКИЙ  
И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ  
ИНТЕЛЛЕКТ. КРОМЕ  
ТОГО, НАДО УМЕТЬ  
РАБОТАТЬ И САМОСТОЯТЕЛЬНО,  
И В ГРУППЕ.



ВРАЧ ДОЛЖЕН ХОРОШО  
РАЗБИРАТЬСЯ В БИОЛОГИИ  
И УМЕТЬ ОБЪЯСНИТЬ,  
ЧТО ПРОИСХОДИТ  
С ЧЕЛОВЕКОМ. А ЕЩЕ  
ПОНИМАТЬ СВОИХ ПАЦИЕНТОВ  
И СОПЕРЕЖИВАТЬ ИМ.



ФЕРМЕРУ ВАЖНО БЫТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ И ИНИЦИАТИВНЫМ. ОН ДОЛЖЕН БУКВАЛЬНО ПОНИМАТЬ ОКРУЖАЮЩИЙ МИР: ОЦЕНИВАТЬ РАЗНЫЕ ФАКТОРЫ – ВЕТЕР, ДОЖДЬ, СОЛНЦЕ – И УЧИТЫВАТЬ ИХ В УХОДЕ ЗА ЖИВОТНЫМИ И РАСТЕНИЯМИ. ВЕДЬ У ВСЕГО ЖИВОГО СВОИ ОСОБЕННОСТИ.



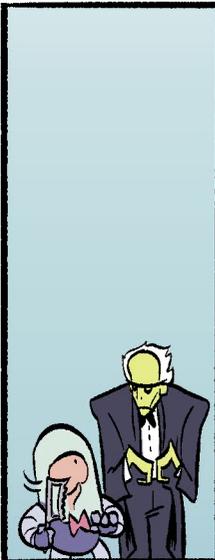
МУЛЬТИПЛИКАТОРУ НАДО УМЕТЬ РАБОТАТЬ В ОДИНОЧКУ И БЫТЬ ИЗОБРЕТАТЕЛЬНЫМ. ПРИГОДИТСЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ АНАТОМИИ И ТРЕХМЕРНОМ МИРЕ – А КАК ИНАЧЕ РИСОВАТЬ? И НУЖНО ХОРОШО ПОНИМАТЬ СЕБЯ, ЧТОБЫ САМОВЫРАЗИТЬСЯ В ТВОРЧЕСТВЕ.



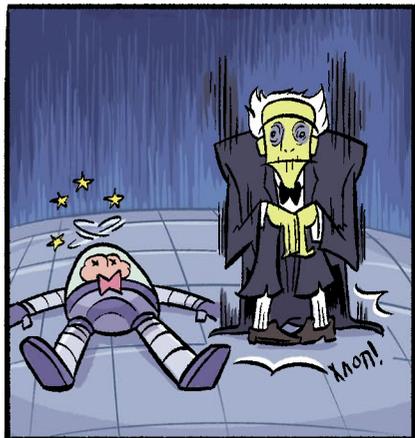
СОЧЕТАНИЕ РАЗНЫХ ТИПОВ ИНТЕЛЛЕКТА ПОМОГАЕТ ЛЮДЯМ СОВЕРШАТЬ ОТКРЫТИЯ, ИЗОБРЕТАТЬ, ПРИДУМЫВАТЬ ЧТО-ТО НОВОЕ. ИМЕННО ЭТО ДЕЛАЕТ НАС ОБЩЕСТВОМ.



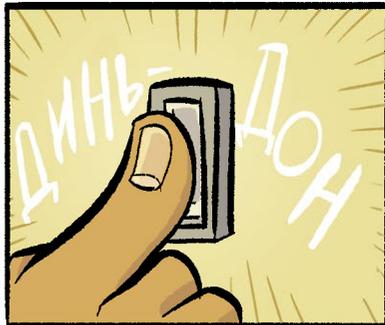
ОДИМ ЛЮДЯМ ИНТЕЛЛЕКТ ПОЗВОЛЯЕТ ХОРОШО УЧИТЬСЯ В ШКОЛЕ, ДРУГИМ – ДОБИВАТЬСЯ БОЛЬШИХ УСПЕХОВ В СПОРТЕ, ИСКУССТВЕ И ПРОЧИХ СФЕРАХ. НИКОГДА НЕ СТОИТ НЕДООЦЕНИВАТЬ СВОЙ ИНТЕЛЛЕКТ ИЛИ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХ, КТО ТЕБЯ ОКРУЖАЕТ!







НЕМНОГО ПОЗЖЕ...



НЕ КУПИТЕ ЛИ ПЕЧЕНЬЯ?  
ПОДДЕРЖАТЬ НАШ СКАУТСКИЙ  
ОТРЯД.



ЭТО ПЕЧЕНЬЕ ПРИГОТОВЛЕНО С...

МОЗГАМИ?

НЕТ,  
КОНЕЧНО  
НЕТ!



# СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

## **Аксон**

Длинный отросток нервной клетки, по которому перемещается потенциал действия.

## **Возбуждающие нейротрансмиттеры**

Химические вещества, выделяемые нейронами, которые повышают активность принимающих нервных клеток.

## **Восприятие**

То, как ты организуешь, расцениваешь и соотносишь с ситуацией информацию, полученную от органов чувств.

## **Гомеостаз**

Состояние организма, при котором он находится в равновесии, спокойное и расслабленное. Оно поддерживается большую часть времени.

## **Двусторонняя симметрия**

Характерна для некоторых организмов, у которых четко выражены симметричные левая и правая стороны.

## **Дендрит**

Разветвленный отросток, который отходит от тела нейрона и получает сигналы от других нервных клеток.

## **Доля**

Четко выделенная анатомически часть органа. Так, у человека кора головного мозга состоит из четырех долей: лобной, теменной, затылочной и височной.



### Изолятор

Материал, который добавляется к объекту для предотвращения потери энергии. Например, изоляция дома предотвращает потерю тепла, а изоляция аксонов не дает терять потенциал действия.

### Инстинкт

Поведение животного и человека, которому не надо учиться. Например, младенцы рождаются, инстинктивно зная, как сосать грудь.

### Капилляр

Самый мелкий из кровеносных сосудов. Капилляры образуют в органах сети, по которым кислород и питательные вещества поступают к клеткам организма и удаляются отходы.

### Клетка

Самая маленькая единица живого организма.

### Конечный мозг

Самая крупная часть головного мозга, занимает почти две трети его объема. Отвечает за принятие решений, воображение и использование языка.

### Мозжечок

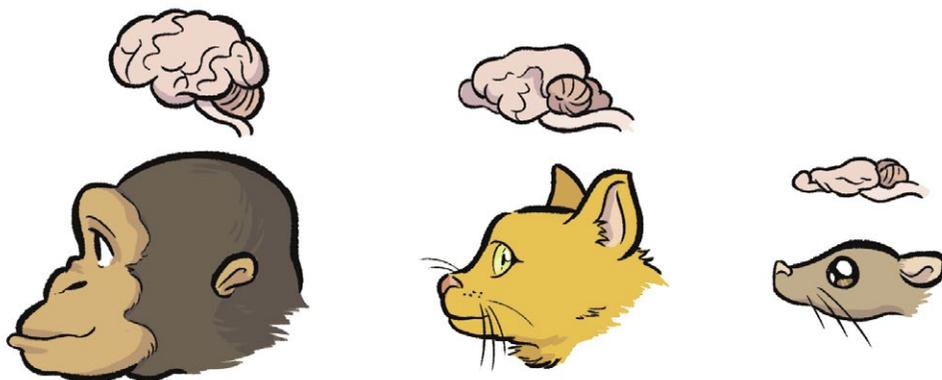
Он расположен в задней части головного мозга и сообщает мышцам тела, как двигаться и сохранять равновесие.

### Неассоциативное обучение

Обучение на основе многократного воздействия стимулов.

### Нейротрансмиттер

Химическое вещество, которое используется клетками мозга для связи друг с другом и с остальным организмом.



### Нейрон

Клетка, которая специализируется на отправке и приеме нервных импульсов.

### Неокортекс, или новая кора

Образовался из внешней части конечного мозга, появился самым последним. Состоит из шести слоев клеток.

### Нерв

Набор аксонов, который передает информацию в разные части тела и от них.

### Обоняние

Чувство запаха. Например, обонятельные сенсоры относятся к рецепторам, связанным с запахом.

### Органелла

Крошечная специализированная структура в клетке, похожая на внутренний орган тела. Она помогает поддерживать нормальное функционирование клетки.

### Потенциал действия

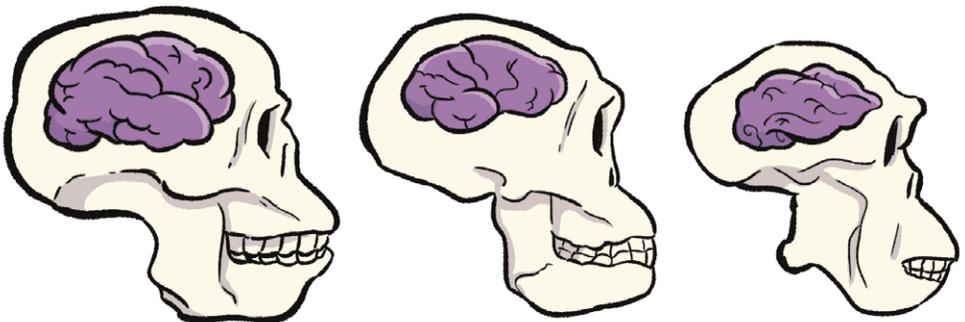
Волна изменения полярности, «бегущая» по мембране нейрона. Благодаря ей из кончиков аксонов высвобождаются нейротрансмиттеры, что и позволяет нейронам общаться друг с другом.

### Привыкание

Тип неассоциативного обучения: чем больше подвергаешься воздействию стимула, тем меньше на него реагируешь.

### Промежуточный мозг

Часть головного мозга, которая включает таламус, гипоталамус, гипофиз и шишковидную железу. Помогает регулировать гормоны и другие функции организма.



### Радиальная симметрия

Присуща организмам, у которых нет четкой левой и правой стороны, они скорее расположены симметрично вокруг центральной точки. Примеры: морские анемоны, медузы, морские звезды.

### Рефлекс

Действие, при котором тело бессознательно реагирует на раздражитель.

### Сенсибилизация

Тип неассоциативного обучения, при котором осведомленность о конкретном раздражителе со временем возрастает.

### Синапс

Место, в котором соприкасаются два нейрона и обмениваются нейромедиаторами.

### Ствол головного мозга

Помогает выполнять большинство автоматических функций организма (тех, которые тело воспроизводит бессознательно), таких как дыхание и сердцебиение.

### Сторона

У позвоночных животных, в том числе людей, этим словом обозначают боковую часть (левая сторона или правая сторона).

### Тормозящие нейротрансмиттеры

Химические вещества, выделяемые нейронами, которые снижают активность принимающей нервной клетки.





# Приключения и фэнтези

## Графические романы

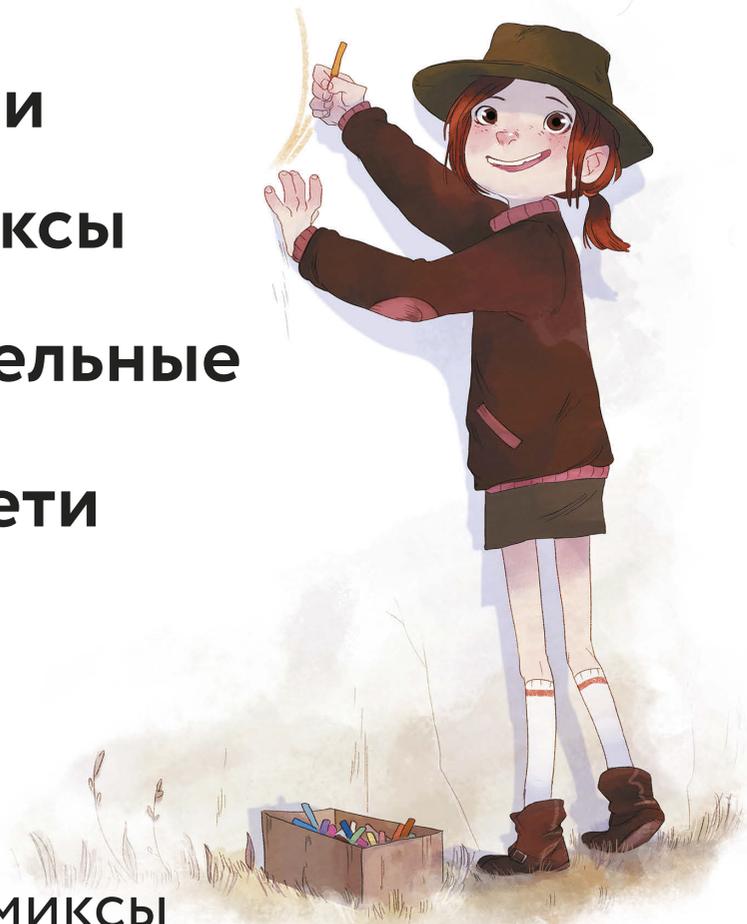
## Биографии

## Арт-комиксы

## Познавательные

## Читают дети

ПРИВЕТ!



## МИО∞ Комиксы

Все комиксы  
на одной странице:  
[mif.to/comics](https://mif.to/comics)

Подписывайтесь на полезную  
рассылку: книги, скидки и подарки  
[mif.to/com-letter](https://mif.to/com-letter)



#mifcomics





Как устроен мозг и что позволяет ему контролировать все наше тело? С помощью чего организм ориентируется в пространстве, воспринимает речь, распознает опасность? Как работает память и почему мы не всегда можем что-то вспомнить?

Загляните в человеческий мозг, самую передовую операционную систему в мире, и узнайте, из каких клеток он состоит, как они взаимодействуют, что происходит потом и как это влияет на нас, вместе с Фахамой, безумным Церебрусом и его помощником-зомби... Если хватит смелости!

**СЕРИЯ «НАУЧНЫЙ КОМИКС» ЛЕГКО РАССКАЖЕТ О САМЫХ  
ИНТЕРЕСНЫХ ТЕМАХ. КАЖДАЯ КНИГА — НОВОЕ ПРИКЛЮЧЕНИЕ  
В ГЛУБЬ НЕИЗВЕДАННОГО!**

*Серия энциклопедий в комиксах.*

*Это потрясающе!*

ЖУРНАЛ POPULAR SCIENCE

