

Вильшанский Александр, д-р, Израиль

## Как работает мозг человека?

**О возможном механизме запоминания информации в системах, обладающих способностью к росту**

### Аннотация

*Предложена гипотеза о принципе работы ПАМЯТИ на основе роста нейронных окончаний. Гипотеза полностью соответствует всем известным нейро-физиологическим данным, но объясняет много известных явлений, не объяснимых с иных точек зрения. Статья представляет собой раздел из книги "Геотеизм". Однако он может показаться трудным для понимания человеку без специальной подготовки. Однако ее вполне можно понять, не вникая в математическую логику, которой можно описать действие рассматриваемых систем.*

Вначале мы поговорим о том, что может показаться совершенно не относящимся к нашей теме. Но, тем не менее, без этого мы не сможем сознательно продвигаться по нашему пути.

### Как работает мозг человека?

Заметим, что этот вопрос, как и главный вопрос, которым мы занимаемся, также до сих пор не получил научно обоснованного ответа. Мне кажется, что оба эти вопроса - как работает человеческий мозг и какова цель жизни человека на Земле - связаны между собой. Я думаю, что не ответив на первый вопрос, нельзя подойти и к ответу на второй. Так что ответ на второй вопрос есть, как видим, тайна по крайней мере за двумя дверями.

Я уже вас предупреждал, что для понимания проблемы, которой мы здесь занимаемся, нам понадобятся знания из разных научных дисциплин, иногда казалось бы стоящих далеко друг от друга. Поскольку здесь собрались специалисты самых разных профессий, и уровень подготовки каждого в смежных областях мне неизвестен, я буду говорить как можно более простым языком, хотя и с привлечением необходимой терминологии. Это обеспечит полное понимание существа дела любым из вас. Единственное, на что я прошу обратить ваше внимание - это на точность формулировок.

Общая беда всех гуманитарных наук в том, что их представители не дают себе труда точно определить термины, которыми они оперируют. Это вынуждает их и позволяет им вести бесконечные научные споры публично и в печати, выдавая их за "развитие науки", непрерывно "объясняя" значение слов, не занимаясь при этом существом дела. В конечном счете это отравляет сознание самих людей, занимающихся "гуманитарными" науками - они просто не видят ничего особенного в том, что оперируют плохо определенными терминами. Часто по одной этой особенности вы можете безошибочно определить "гуманитария".

Именно поэтому существует по меньшей мере 18 определений, что такое "разум", около 9 определений, что такое "совесть" и минимум 17 определений "сознания".

На этом этапе мы займемся современной электросвязью. Не пугайтесь. Я абсолютно убежден, что человеку со средней подготовкой можно "на пальцах" объяснить самые сложные вещи, если конечно, сам их понимаешь.

### **Что такое "широкобазовый сигнал"?**

Колебания - это периодические изменения состояния среды или отдельного предмета. Колебания маятника всем хорошо известны. Механические колебания среды (например, звук) есть чередующиеся изменения плотности этой среды (газа, воды, твердого тела). Если в одном месте пространства плотность среды больше, чем в другом, эта часть среды создает повышенное давление на соседние области и вызывает уплотнение в этих областях. В среде без упругости, как в киселе, повышение плотности в каком-либо месте (неважно пока по каким причинам) плавно передается соседним областям, и плотность как бы "усредняется" по всему объему. Но если среда упругая, то связь между соседними частичками как бы "пружинная". Разогнавшись под действием повышенного давления с одной стороны частичка наталкивается на соседнюю частичку, передав той энергию движения и заставив ее двигаться в том же направлении, в котором она летела ранее, а сама отскакивает назад, . В результате в среде возникают колебания или волны.

Электромагнитные колебания - это изменения величины электрического или магнитного поля. Так принято говорить в современной науке. Сам я не понимаю, что такое "поле". Когда слышу слова "поле в вакууме" я думаю что те, кто так говорят, только делают вид, что они понимают, о чем речь. Потому что нельзя себе представить, что один предмет (заряд, скопище электронов) действует на другой предмет "без ничего". Это абстракция. Мы поднаторели в абстрактном мышлении, но объяснить абстрактно - значит ничего не

объяснить. А объяснять все-таки приходится, хотя бы самому себе... К слову сказать, гипотеза о существовании эфира прекрасно и вполне наглядно объясняет существование "полей сил".

Графически колебания обычно представляют в виде зависимости того или иного параметра среды или тела от времени (рис.5).

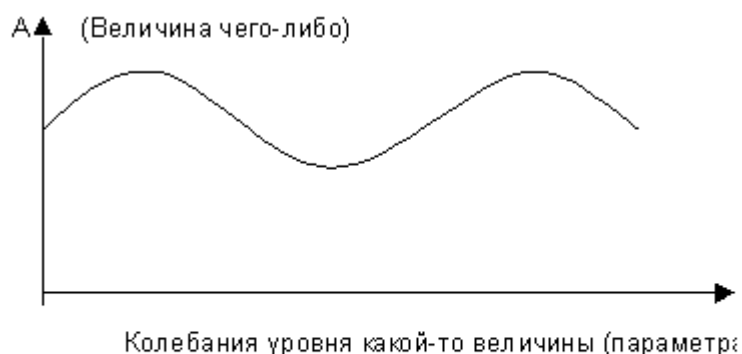


Рис. 5

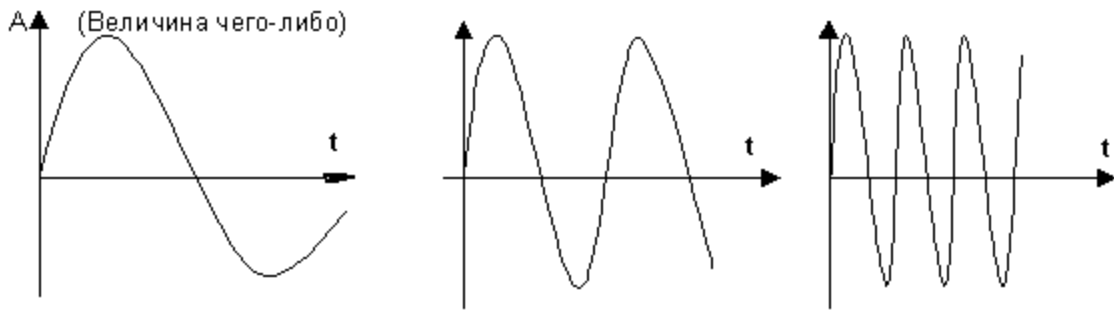
Неважно, какой это параметр - давление (как в случае звука), среднее расстояние от поверхности воды (как в случае волн на воде) или величина электрического поля (как в случае электрического сигнала).

Если параметр меняет знак, то картинка выглядит примерно так, как показано на рис.6.



Рис. 6

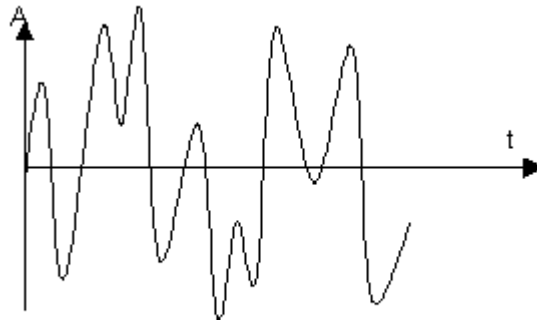
Колебания могут происходить быстрее или медленнее по времени. Тогда говорят, что они имеют различную частоту (рис.7).



Колебания разной частоты

Рис.7

Такие колебания мы будем называть простыми. Если одновременно присутствуют несколько простых колебаний с разными частотами, то они складываются (суммируются) и образуют "сложное" колебание (рис.8). Так выглядят, например, колебания звука рояля или человеческой речи.



"Сложное" колебание.

Рис.8

Сложное колебание можно разделить на простые составляющие части с помощью фильтров, каждый из которых пропускает через себя (выделяет) колебания только определенной частоты или близкой к ней. Это легко показать, взяв две гитары и настроив у них две одинаковых струны точно в резонанс. При воздействии на струну одной гитары, настроенная на эту же частоту струна второй гитары также "откликнется". Но при другой комбинации звуков на первой гитаре струна на второй будет "молчать". Можно взять даже аккорд на одной гитаре, но струна на второй гитаре откликнется только в том случае, если в составе аккорда звучала струна, настроенная ранее в резонанс с первой.

Струна на второй гитаре является фильтром (в данном случае - акустическим) для звуков, извлекаемых на первой гитаре. В электротехнике такими фильтрами являются электрические схемы, состоящие из катушек и конденсаторов, в оптике это стекла разного цвета, в акустике - резонаторы определенных размеров. Пройдя через такой фильтр сложное колебание потеряет все свои составляющие кроме одной, соответствующей параметрам (настройке) данного фильтра.

Этот принцип используется при организации многопрограммного вещания по проводам или при обычной радиосвязи. Всякий раз, когда крутите ручку настройки радиоприемника, вы используете этот принцип. Каждая программа передается сигналами, частоты которых находятся в сравнительно узкой области (полосе). Определенная полоса частот может быть выделена электрическими фильтрами, настроенными на среднюю частоту этой полосы. Остальные частоты вне этой полосы через фильтр не проходят и не мешают приему нужного сообщения. Это можно представить в виде графика, где на горизонтальной оси указаны частоты колебаний, а по вертикальной оси отложены мощности этих колебаний (рис.9). Такой график называется спектральной диаграммой или в просторечии "спектром" сигнала.

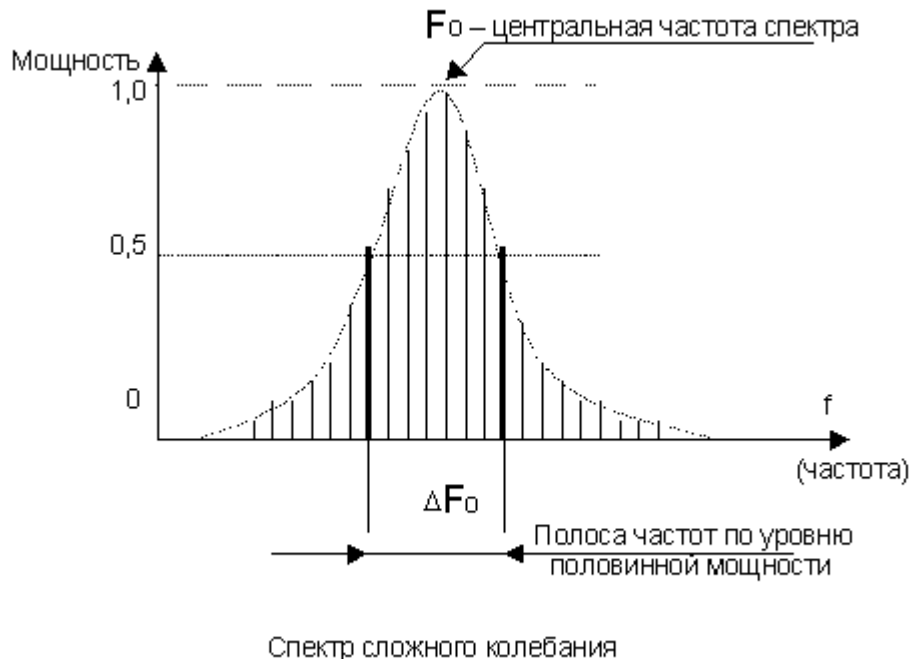


Рис.9

Пунктирной линией обозначена так называемая частотная характеристика электрического фильтра, то есть зависимость уровня пропускаемого им сигнала от его частоты. На средней частоте настройки фильтра (на его резонансной частоте) сигнал проходит через фильтр с минимальными потерями энергии, а по мере удаления его частоты от резонансной частоты фильтра сигнал проходит через фильтр все хуже и хуже. Чем уже полоса пропускания фильтра, тем выше его "избирательность", то есть способность выбирать из общей массы сигналов только те, которые попадают в его полосу пропускания (кривая 1 на рис.10). При плохой избирательности фильтра (кривая 2 на рис.10) через него могут проходить также частоты других сигналов, что будет мешать выделению и приему нужного нам сигнала.

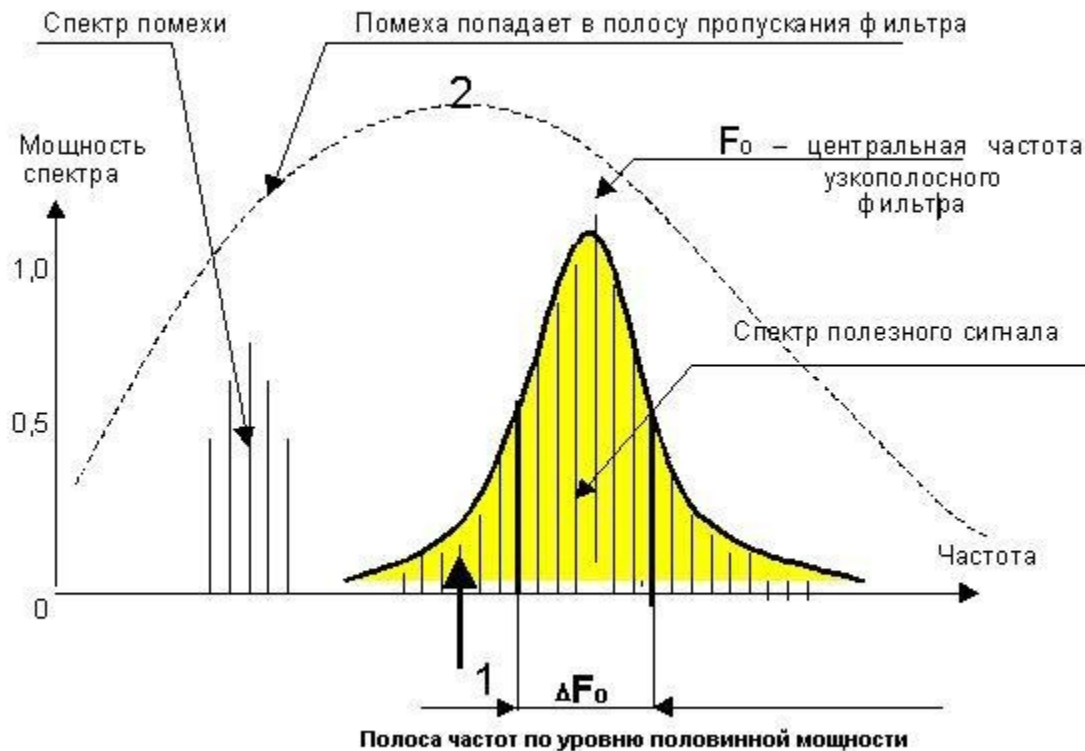
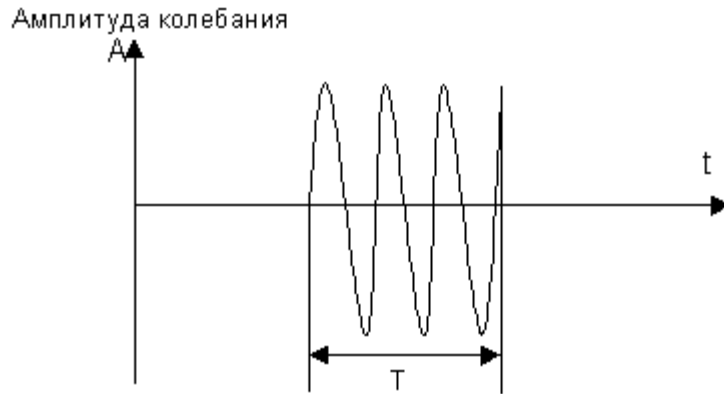


Рис.10

В течение многих десятилетий, да и по сей день, системы радиосвязи строились на этом принципе, который называется "частотным разделением каналов". Но в последние 30 лет выяснилось, что это не единственный способ деления сигналов друг от друга. В практику радиосвязи стали внедряться так называемые широкобазовые сигналы. Что это такое?

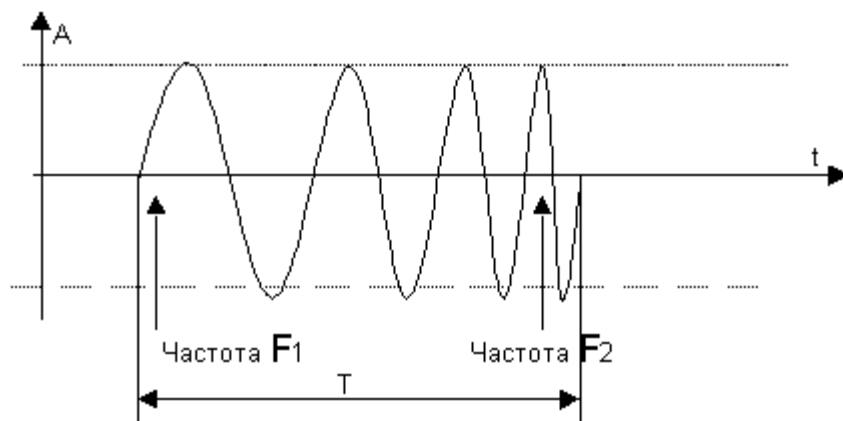


Радиоимпульс с длительностью  $T$  и частотой заполнения  $F$

Рис.11

Для обычных сигналов полоса частот, которую они занимают в канале связи, обратно пропорциональна их длительности. Если вы хотите передать без искажений радиоимпульс длительностью  $T$  (рис.11), то вам потребуется канал связи с полосой пропускания  $\Pi$  примерно равной  $\Pi=2/T$ . При этом мы считаем, что частота заполнения  $F=1/t$  (рис.11) постоянна, что обычно и бывает на практике. Условились называть "базой" сигнала произведение  $B=T\Pi/2$ , произведение длительности сигнала на полосу, занимаемую сигналом в канале связи. Для обычного сигнала как мы сказали  $\Pi=2/T$ , поэтому  $B = 1$ . И поэтому в теории обычных сигналов это понятие раньше просто не существовало, это было вполне естественно.

Представим себе теперь, что в начале радиоимпульса частота заполнения равна  $F_1$ , а в конце его -  $F_2$ , что наглядно показано на рис.12.



Радиоимпульс с изменяющейся частотой колебаний

Рис.12

Если бы частота была постоянной и равнялась бы  $F_1$ , то, как мы видели, спектр такого импульса был бы  $S_1$  (рис.13), и был бы сосредоточен вблизи частоты  $F_1$ . Если бы частота заполнения равнялась  $F_2$ , то спектр выглядел бы как  $S_2$  (там же).

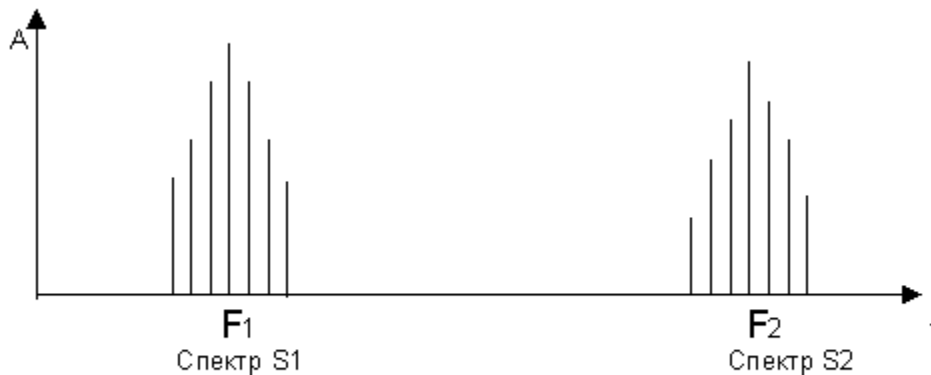


Рис.13

Но если частота меняется от  $F_1$  до  $F_2$  в течение длительности импульса, то и спектр окажется "размазанным" в области частот между  $F_1$  и  $F_2$  (рис.14).

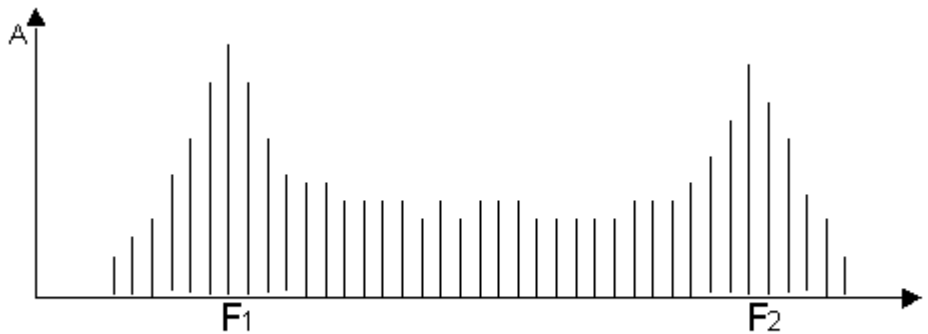


Рис.14

Длительность нашего радиоимпульса осталась прежней и равной  $T$ , но занимаемая им полоса частот существенно увеличилась, примерно во столько же раз, во сколько разница  $F_2-F_1$  больше полосы частот обычного радиоимпульса с неизменной частотой заполнения. Именно



такой "размазанный по полосе частот" сигнал и называется "широкобазовым" (сокращенно ШБС).

Общая мощность всякого сигнала равна суммарной мощности всех его частотных составляющих. Поэтому ясно, что при неизменной мощности сигнала "размазывание" его по полосе частот приводит к снижению мощности каждой его спектральной составляющей при пропорциональном увеличении числа этих составляющих. Для иллюстрации этого на рис.15 показаны спектры сигналов с базами  $B=1$ ,  $B=4$  и  $B=15$ .

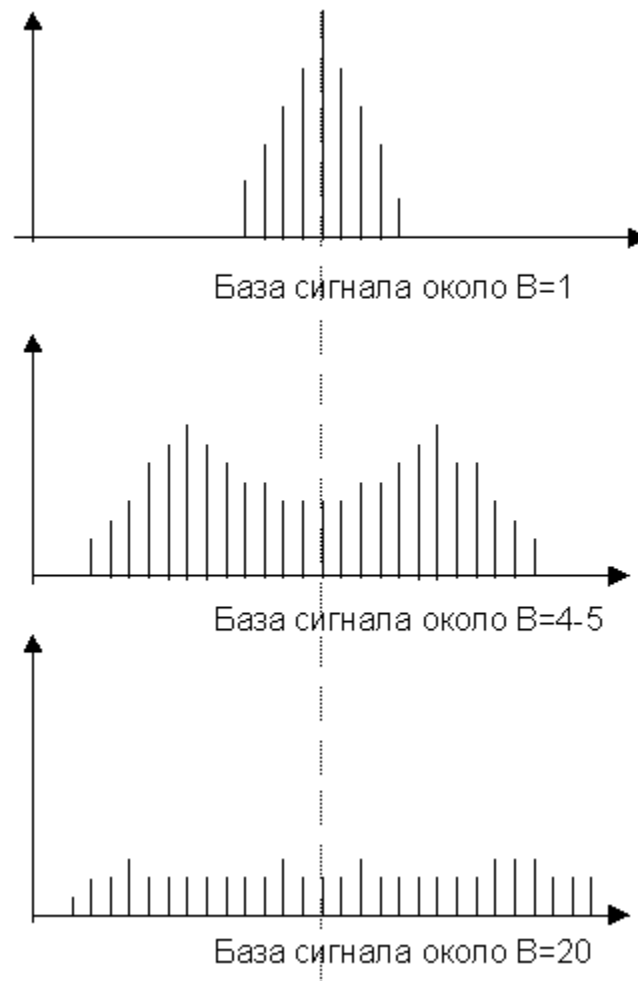


Рис.15

Для приема ШБС обычные узкополосные селективные фильтры непригодны, так как основная часть принимаемого сигнала оказывается вне полосы пропускания селективного (полосового) фильтра, а внутри его полосы пропускания остается столь небольшая мощность сигнала, что этот остаток сигнала неразличим на фоне

естественных шумов приемника. Поэтому для приема ШБС применяются так называемые согласованные фильтры. В описанном только что случае приема линейно-частотно-модулированного (ЛЧМ) сигнала согласованный фильтр может представлять собой набор относительно узкополосных фильтров, перекрывающих своими индивидуальными полосами в сумме всю полосу частот широкобазового сигнала (рис.16 и 17). Кроме этого, каждый такой фильтр имеет в своем составе "линию задержки" - устройство, обеспечивающее задержку сигнала, прошедшего через фильтр, на некоторое время, различное для каждого фильтра.



Рис.16. Согласованный фильтр для приема ЛЧМ-сигнала

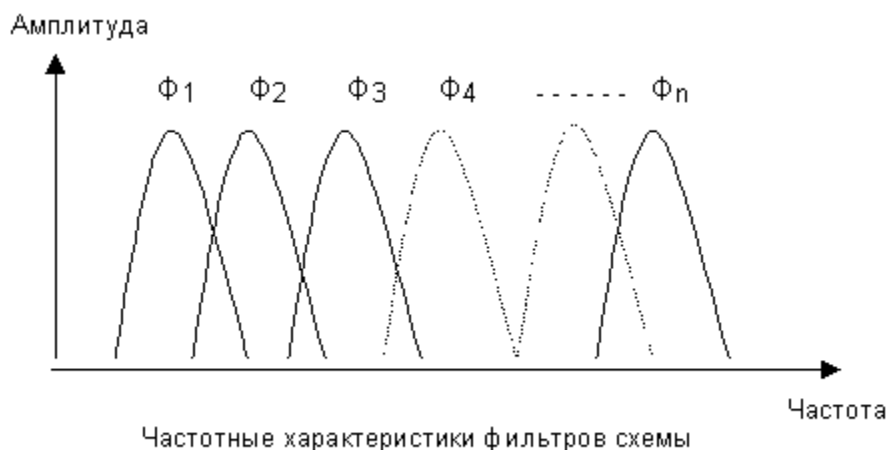


Рис.17

Тогда часть радиоимпульса с наименьшей частотой заполнения в начале импульса будет задержана на максимальное время, а часть его с наивысшей частотой заполнения будет задержана на минимальное время или совсем не задержана. В результате воздействия ЛЧМ-сигнала с длительностью  $T$  на такой "согласованный с ним фильтр" на выходе этого фильтра в определенный момент

времени появится короткий импульс длительностью  $T=1/\Pi$ , во столько раз более короткий, чем входной импульс, во сколько раз общая полоса частот больше полосы  $\Pi$ , то есть в "базу" раз. Происходит "сжатие" импульса во времени, причем амплитуда этого импульса также возрастает в "базу" раз, во столько же раз, во сколько сократилась его длительность (рис.18)

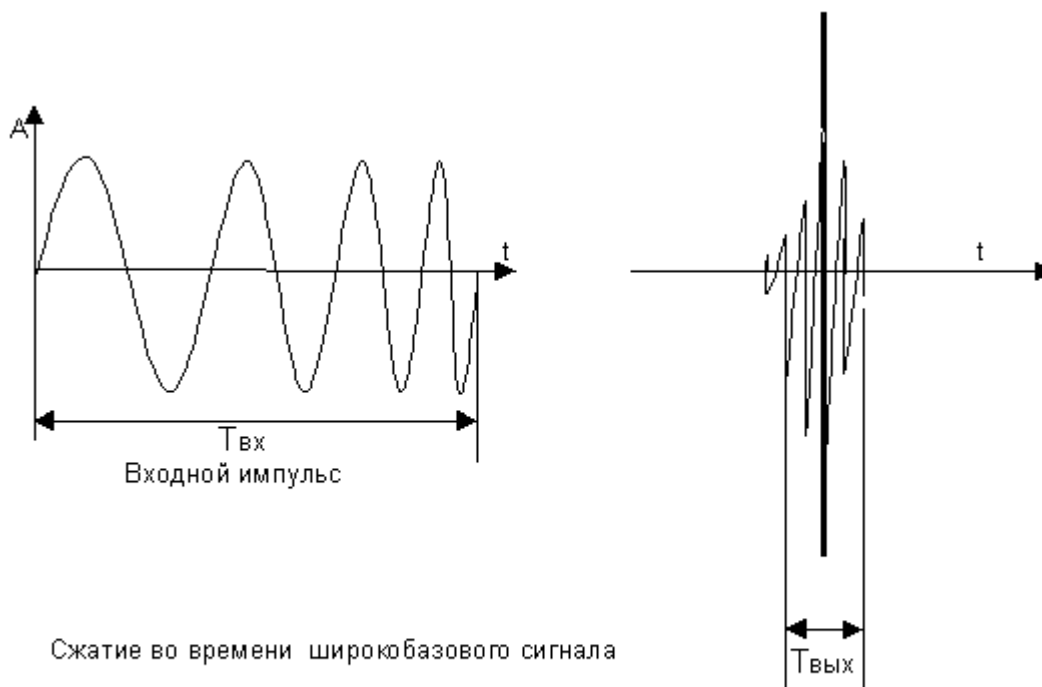


Рис.18

Более общим случаем широкобазового сигнала является последовательность импульсов, в частности, так называемая М-последовательность. Прием таких сигналов осуществляется с помощью "согласованных цифровых фильтров", примером чего может служить специальное устройство - регистр сдвига с обратной связью (см. ниже рис.21). Такое цифровое устройство выдает на своем выходе сигнал только в том случае, если на его вход подается последовательность сигналов вполне определенного вида. Если вид последовательности несколько отличается от той, на которую "настроен", "ориентирован" цифровой фильтр, то на выходе фильтра также может появиться сигнал, но его уровень будет тем меньше, чем сильнее принимаемая последовательность отличается от образцовой.

Особенностью широкобазовых сигналов является невозможность их надежного обнаружения на фоне других сигналов или шумов с

помощью обычной техники полосовых фильтров. Чтобы обнаружить определенный широкобазовый сигнал, необходим **согласованный именно с ним** цифровой или аналоговый фильтр, "настроенный" точно на структуру именно этого сигнала, то-есть на вполне определенное распределение амплитуд и фаз составляющих этого сигнала по спектру.

Реально в канале связи кроме сигнала присутствуют еще и шумы - случайные колебания с различной амплитуддой и частотой. Шумы равномерно распределены по всему спектру частот. Поскольку при расширении базы сигнала мощность каждой его составляющей уменьшается, она может стать значительно меньше мощности соответствующей составляющей шума на данной частоте. При увеличении базы сигнал как бы "тонет" в шумах и его невозможно выделить с помощью обычных полосовых фильтров (рис.19).

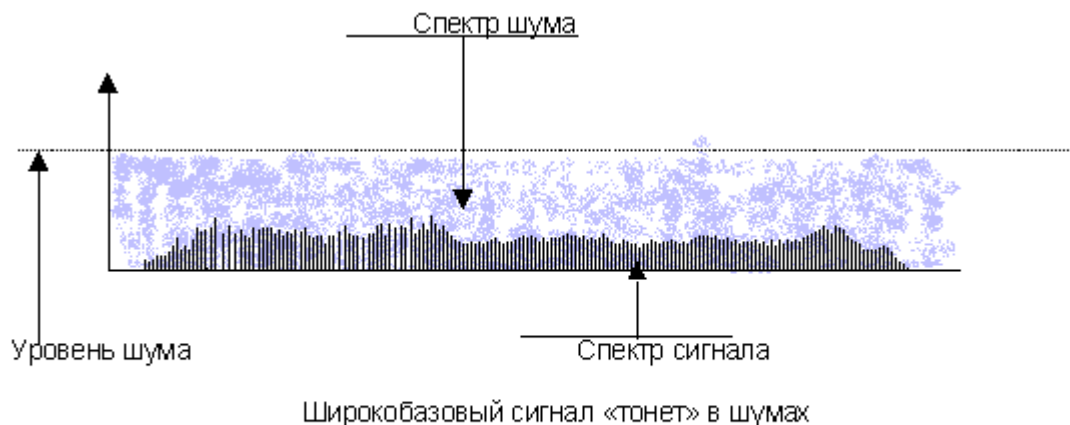


Рис.19

Напротив, соответствующий согласованный фильтр успешно выделяет сигнал даже в этом случае.

А теперь поговорим о нейрофизиологии.

### **О возможном механизме запоминания информации в системах, обладающих способностью к росту**

В настоящее время существует большое число предположений о принципах запоминания информации мозгом человека и животных. Одним из наиболее обоснованных представляется предположение, суть которого в сжатом виде определяется следующим образом.

В течение кратковременной фазы памяти возникает многократная циркуляция информации (реверберация) в тех нервных цепях, структура которых имеет кольцевой характер. Повышенная активность нейронов, вовлеченных в этот процесс, приводит к увеличению скорости синтеза в них белков и других необходимых для роста веществ, которые идут на построение новых участков нервных клеток. Поскольку реверберация может продолжаться достаточно долго (до нескольких минут и десятков минут) скорость роста окончаний нервных клеток может оказаться достаточной для образования новых связей и упрочения старых. Эти морфологические соединения и являются основой долговременной памяти.

Другими словами, основой долговременной памяти является создание стойких нейронных структур (межнейронных связей), возникающих и формирующихся под действием поступающей в мозг информации. Ниже излагаются результаты попытки воссоздания возможного механизма образования таких структур.

Для облегчения понимания существа дела биологами, не знакомыми с техникой и теорией кодирования информации, необходимо сделать небольшой экскурс в эту область.

В вычислительной технике известны так называемые регистры сдвига. Они представляют собой последовательно соединенные ячейки памяти с двумя возможными состояниями (рис.20).



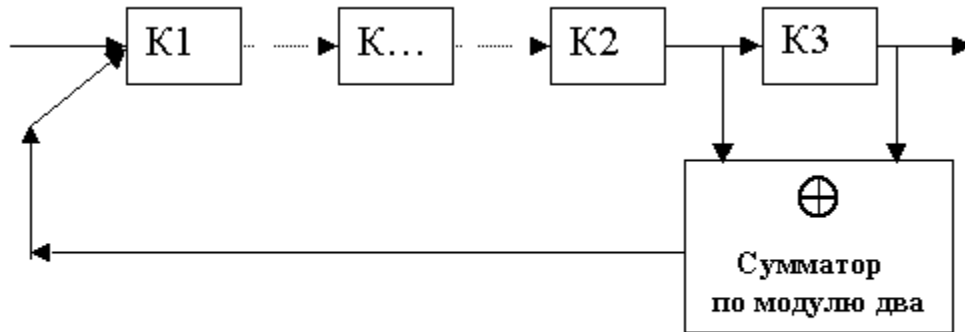
Регистр сдвига

Рис.20.

Информация, предназначенная для запоминания в таком регистре сдвига, подается на вход первой ячейки в двоичной форме ("нуль" или "единица"), и первый знак этой последовательности "нулей" и "единиц" записывается в первую ячейку регистра. Затем эта информация передается во вторую ячейку, а в освободившуюся при этом первую ячейку записывается очередной элемент последовательности двоичных знаков.

Таким образом, в результате ряда "шагов" вся последовательность, поступающая на вход первой ячейки, будет записана в регистре, если он имеет соответствующее количество ячеек (элементов) памяти.

На основе таких регистров строятся более сложные регистры - РЕГИСТРЫ СДВИГА С ОБРАТНЫМИ СВЯЗЯМИ (PCOC). Такой регистр изображен на рис.21.



Регистр сдвига с обратной связью

Рис.21. Регистр сдвига с обратной связью

Если выходные сигналы с некоторых ячеек регистра сдвига подать на логическую схему (вычисляющую некоторую так называемую "логическую функцию" сигналов на ее входах), то "нуль" или "единица" на выходе такой логической схемы будет появляться в зависимости от сочетания входных сигналов и определенного алгоритма преобразования этих сигналов в этой логической схеме. Не пугайтесь! Сейчас рассмотрим простой пример.

В простейшем случае в качестве такой логической схемы может использоваться "сумматор по модулю два", выдающий на выходе "единицу", если на одном из двух его входов присутствует "единица", а на другом - "нуль". Если на обоих входах такой логической схемы присутствуют два "нуля" или две "единицы", то "сумматор по модулю два" на своем выходе выдаст "нуль". Это просто, да?

Выходной сигнал со схемы обратной связи подается снова на вход регистра. Таким образом, если в регистре записана некоторая последовательность "нулей" и "единиц", то при очередном сдвиге содержимого регистра на одну ячейку вправо во входную ячейку будет записан выходной сигнал с логической схемы цепи обратной связи. В результате непрерывного сдвига последовательности вправо, на выходе последней ячейки регистра появится некоторая

последовательность "нулей" и "единиц". Можно доказать, что эта последовательность периодическая, и что путем соответствующего выбора функции обратной связи (алгоритма работы логической схемы в цепи обратной связи) можно сделать этот период максимальным и равным

$$N = 2^{n-1}$$

где N - число ячеек регистра; n - число знаков в периоде последовательности.

Можно также доказать, что число ячеек (разрядов) регистра N является при этом минимально возможным. Иными словами, регистр сдвига с обратными связями является наиболее экономичным устройством памяти, в котором информация запоминается не в отдельных элементах памяти, а **в структуре самого регистра**. Это очень важно! Действительно, для того, чтобы хранить в памяти последовательность, состоящую, скажем, из миллиона знаков, требуется всего около двадцати ячеек регистра, не считая элементов схемы обратной связи.

Естественно предположить, что Природа в своем развитии не могла пройти мимо такого решения, если, конечно, допустить, что механизм памяти функционирует на нейронном уровне.

Рассмотрим регистр, вырабатывающий такую последовательность (рис.19). Одним из основных ее свойств является то, что для каждой ячейки регистра вероятность появления в ней либо "нуля" либо "единицы" равна  $p=0,5$ , а появление "единиц" и "нулей" в различных ячейках регистра является независимыми событиями. Поэтому совместная вероятность появления любых наперед заданных сочетаний "1" и "0" в двух различных ячейках регистра равна  $p=0,25$ . Для трех ячеек регистра совместная вероятность появления в них любого сочетания "единиц" и "нулей" равна  $p=0,125$ .

Из всех возможных наборов "1" и "0" выделим два: набор 1,1,0 и набор 1,0,1 - при которых в первой (входной) ячейке регистра записана "1", а в двух остальных (любых) либо "1" либо "0".

Вероятность появления какого-нибудь из этих двух наборов для любого сочетания первой ячейки с любыми двумя другими ячейками регистра равна сумме вероятностей появления каждого из этих наборов, то есть

$$p = p(1,1,0) + p(1,0,1) = 0,125 + 0,125 = 0,25.$$

Это верно для любых трех ячеек регистра кроме тех трех, к которым присоединен сумматор "по модулю два" своими двумя входами и одним выходом. На рис.20 эти ячейки обозначены K1 , K2 и K3 .

События "1,1,0" или "1,0,1" составляют для указанных трех ячеек не 25%, а 50% всех событий, ибо в обоих этих случаях и только в этих случаях в первую ячейку регистра будет вписана "единица", вероятность чего (по определению псевдослучайной последовательности) равна  $p=0,5$ .

Так как события "1,1,0" и "1,0,1" равновероятны, то вероятность каждого из них равна  $p= 0,25$ .

Отметим, что количество "нулей" на выходе сумматора (будем обозначать в дальнейшем операцию "по модулю два" значком S ) также составляет 50% от общего числа позиций за цикл (период последовательности) и при этом в 25% случаев имеет место совпадение "единиц" на выходе двух ячеек K2 и K3 .

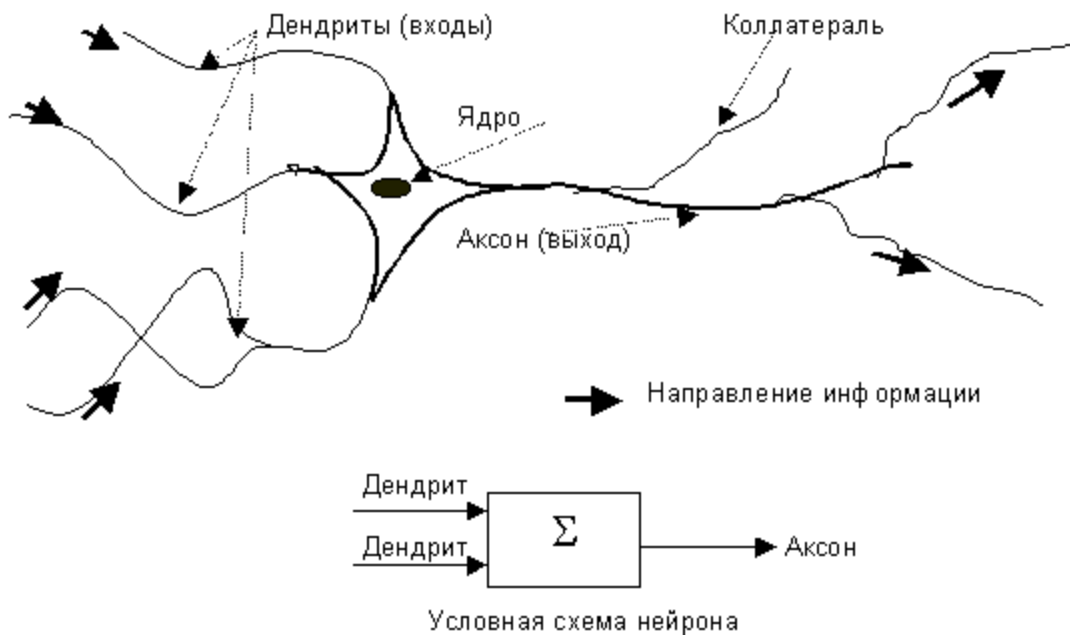
Вероятность же совпадения "единиц" в двух произвольных ячейках регистра с "нулем" на выходе сумматора S также равна  $p=0,125$  вследствие независимости этих событий.

Таким образом вся разница между парой ячеек K2 и K3 (являющихся входными ячейками сумматора S ) и любой другой парой ячеек регистра состоит в том, что при условии отсутствия сигнала "1" на выходе сумматора количество совпадений "единиц" в ячейках этой пары составляет 25% за цикл, а в любой другой паре - только 12,5%. Это различие, которое может показаться небольшим, имеет решающее значение для дальнейших рассуждений, ибо именно благодаря разнице в статистике возникает вектор напряженности электрического поля, в направлении которого растут нервные окончания нейрона.

До сих пор я вам сообщал абсолютно точные сведения из математики и электросвязи. Теперь займемся нейрофизиологией.

Основные клетки мозга, которые считаются современной наукой ответственными за память и переработку информации мозгом, называются нейронами (рис.21).





### Нервная клетка (нейрон)

Рис.22

На теле этих клеток, в отличие от любых других клеток организма имеются многочисленные отростки - дендриты. Кроме них на теле клетки имеется **один** (обычно достаточно длинный) отросток - аксон, который также имеет более тонкие и короткие отростки - коллатерали.

При электрическом возбуждении (одного или более) дендритов, принадлежащих одной клетке, ее внутреннее состояние в некоторый момент может измениться. Электрический потенциал нейрона по отношению к межклеточному пространству может увеличиться примерно на +30 милливольт (мв). Такое состояние клетки называется "возбужденным". При этом вдоль аксона в течение около 30 миллисекунд (мс) распространяется электрический импульс, доходя до самых удаленных его частей (в том числе и концов коллатералей). Обычно с аксоном и коллатеральями соприкасаются дендриты других нейронов, и при этом электрический импульс, проходящий по аксону, вызывает возбуждение следующих дендритов, а затем и нейронов, которым они принадлежат. Аксон и коллатерали передают сигналы на дендриты следующих за ними клеток через особые соединения, называемые синаптическими контактами или просто "синапсами".

Так работают нейроны, которые принято называть "возбуждающими" (ВН). Они передают свое возбуждение другим нейронам, заставляя их "срабатывать" (реагировать импульсом) на возбуждение с их стороны.

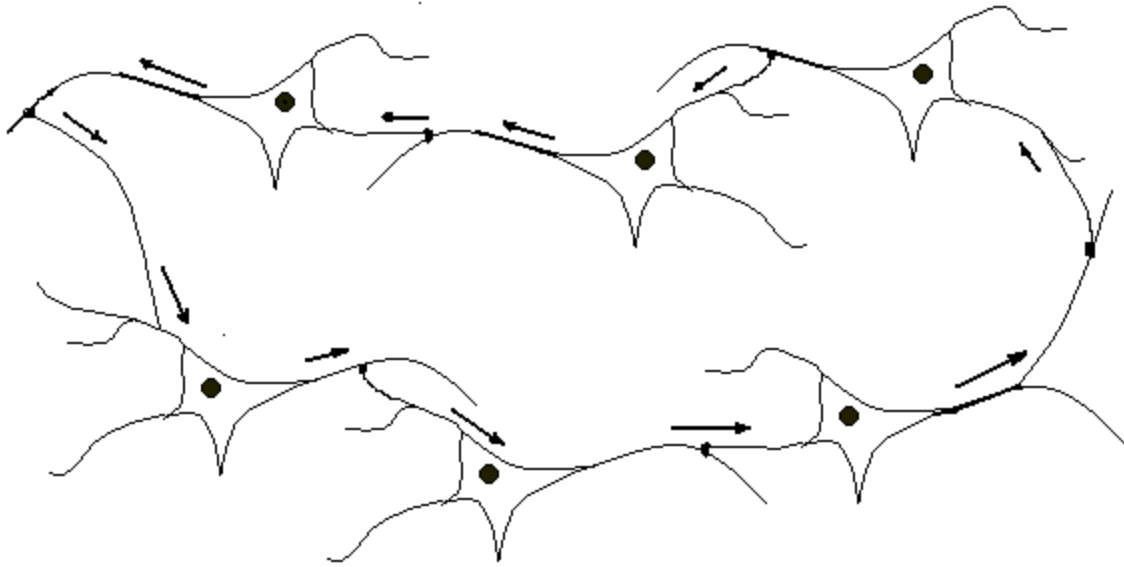
Имеются (в сравнительно меньшем количестве) и другие нейроны, которые называют "тормозными" (ТН). Вся разница между ними и возбуждающими нейронами состоит в том, что тормозные нейроны не только не вызывают возбуждения связанных с ними клеток, но наоборот, приводят последующие клетки к торможению, то есть к полной невосприимчивости по отношению к другим возбуждающим импульсам, приходящим к этим клеткам через их дендриты. Обычно аксон тормозного нейрона образует контакт с последующей клеткой не через ее дендриты (хотя бывает и так), а через контакт аксона тормозного нейрона, находящийся прямо на теле следующей клетки.

Поэтому при срабатывании тормозного нейрона его импульс, проходя по аксону на тело следующей клетки вызывает понижение ее внутриклеточного потенциала до минус 90 милливольт по отношению к межклеточному пространству. И в этом случае заторможенная этим импульсом нервная клетка уже не в состоянии выдать на свой аксон импульс, сколько бы ее собственных дендритов ни было возбуждено.

В начале XX века ученый Ариенс-Капперс сделал предположение, что мозг человека запоминает информацию потому, что нервные клетки мозга растут по направлению друг к другу и устанавливают межнейронные связи. И хотя для дальнейшего развития этого предположения были все основания, наука о мозге как бы игнорировала эту гипотезу, хотя была совершенно ясна связь между возрастом человека и сложностью устройства мозга. Нам остается сделать лишь небольшой шаг в том же направлении.

Исходя из всех этих хорошо известных фактов можно предположить, что процесс запоминания произвольной информации протекает следующим образом.

С момента рождения человека ( а вполне возможно, что и задолго до рождения) в результате самопроизвольного роста аксонов и дендритов нервных клеток образуется первичное замкнутое нейронное кольцо. У такого кольца множество отростков. Все синапсы (то есть контакты между дендритами и аксонами этого кольца) - возбуждающие (рис.23).



Нейронное кольцо – первоначальный регистр сдвига  
(Стрелками указано направление циркуляции информации)

Рис.23

Образование первичного кольца с одной стороны - процесс статистический, а с другой стороны - генетически определенный. Именно поэтому на начальных стадиях развития могут преобладать В-нейроны, так как Т-нейроны, появившись филогенетически позже (то есть позже в ходе эволюционного процесса всего живого), должны позже появиться и в онтогенезе (то есть в ходе индивидуального развития организма).

Любая информация, введенная в такое кольцо, будет в нем циркулировать достаточно долго, тем более, что известное явление "облегчения проводимости" в синаптических контактах будет способствовать поддержанию такой циркуляции. В полном соответствии с мнением современной нейрофизиологии можно предположить, что следствием циркуляции информации по кольцу должно явиться запоминание этой информации. Нейрофизиология, однако, не говорит нам как именно это происходит. Посмотрим, как это может произойти, исходя из того, что мы знаем о регистрах сдвига.

Предположим вначале, что по кольцу циркулирует псевдослучайная последовательность "нулей" и "единиц", в точности идентичная той, которую мог бы произвести описанный выше регистр с обратной связью. При наличии в кольце циркулирующей информации вблизи

него образуется "зона возбуждения". Любая клетка, попадая в эту зону, начинает более интенсивно расти в направлении клеток, синхронно с ней возбуждающихся (или тормозящихся). Одна из возможных причин этого может состоять в том, что распространяющиеся по аксонам возбужденных клеток электрические импульсы создают на тонких окончаниях коллатералей аксонов электрические поля с очень высокой напряженностью. Простые расчеты показывают, что несмотря на малую величину возбуждения (десятки милливольт), в межнейронном пространстве могут появляться поля с весьма высоким потенциалом (сотни вольт) из-за весьма малого радиуса закругления концов коллатералей и очень малого расстояния между отростками соседних нейронов. Именно наличие таких полей может быть причиной взаимного роста отростков различных нейронов в необходимых направлениях. В соответствии с некоторыми разрозненными данными не последнюю роль здесь могут играть и так называемые глиальные клетки, направляющие рост нейронов под влиянием химических процессов в межклеточном пространстве, или, по крайней мере, стимулирующие этот рост химически при наличии возбуждающих импульсов со стороны клеток кольца.

При случайном распределении полей рост нейронов происходит также в случайном направлении. Однако, если распределение полей перестает быть случайным (а мы уже показали статистически достоверную разницу в вероятностях появления сигналов в различных точках регистра сдвига), то и рост будет не случайным, а направленным. Исходя из сказанного достаточно предположить, что взаимный рост аксонов и дендритов происходит в направлении максимальной разности потенциалов между ними. Эта разность максимальна между клетками, одна из которых находится в данный момент времени в возбужденном состоянии, а другая - в заторможенном. В первом случае внутриклеточный потенциал составляет, как известно, + 30мв по отношению к межклеточному пространству, а во втором может достигать до минус 90мв.

Если две клетки возбуждаются одновременно, их потенциал равен друг другу, и взаимный рост аксонов и дендритов практически отсутствует.

Если одна из клеток возбуждена, а другая - нет, то взаимный рост возможен, но он не слишком интенсивен, так как разность потенциалов между клетками не более 30мв.

Но вот если одна клетка возбуждена, а другая - заторможена, то разность потенциалов между ними увеличивается до 120мв и возможен значительно более быстрый взаимный рост аксона и

дендритов этих двух клеток по сравнению с двумя ранее описанными случаями.

Здесь мы на минутку остановимся, и перечислим наши допущения об условиях роста нервных окончаний нейронов. Итак:

1. Существует два типа нейронов - возбуждающие нейроны (ВН или В-нейроны) и тормозные (ТН или Т-нейроны).

В-нейроны образуют на дендритах и телах других нейронов только возбуждающие синапсы; Т-нейроны образуют только тормозящие синапсы. Нейрон не может образовывать на разных нейронах синапсы разных типов. *Это предположение не принято полностью современной нейрофизиологией.*

2. Порог возбуждения нейрона любого типа постоянен во времени. Однако различные нейроны имеют различную чувствительность к синаптическому воздействию, что с точки зрения функционирования эквивалентно различной величине порога. Таким образом, могут существовать тормозные нейроны, для возбуждения (срабатывания) которых необходимо совпадение во времени двух или более синаптических воздействий. Для упрощения на первых этапах будем считать, что возбуждающие нейроны срабатывают даже от одного возбуждающего синаптического воздействия.

3. Причиной образования устойчивых связей между нейронами является их взаимный направленный рост. Ненаправленный рост также имеет место, но нас он пока не интересует, так как он проявляется в особых условиях, о которых мы может быть поговорим позже.

4. Цепочка нейронов возбуждающего типа образует регистр сдвига, тактовая частота которого определяется минимальным рефрактерным периодом (временем нечувствительности после срабатывания) образующих его нейронов.

5. Нейрон способен расти и при отсутствии "синаптической бомбардировки" (при отсутствии сигналов, приходящих на синапсы его дендритов). При этом растут как дендриты, так и аксон, но скорость их роста крайне мала.

6. При наличии синаптического возбуждения увеличивается скорость роста дендритов, а скорость роста аксона не изменяется или изменяется незначительно.

7. При наличии аксо-соматического торможения (торможения нейрона со стороны аксона другой клетки через контакт-синапс на теле нейрона) увеличивается скорость роста дендритов тормозимой клетки по отношению к аксонам одновременно с ней возбужденных клеток.

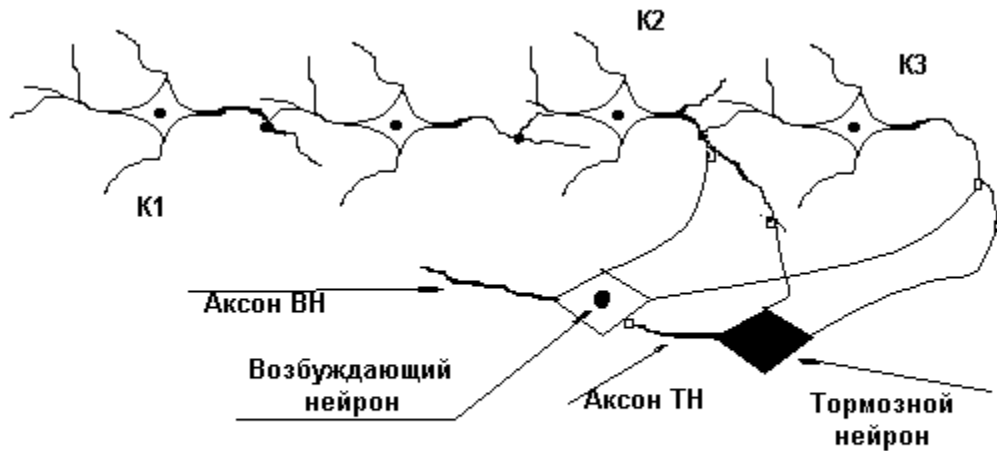


Рис.24

Теперь пойдем дальше (рис.24).

Вблизи нейронного кольца обычно существуют нейроны, как возбуждающие, так и тормозные. При прохождении по кольцу информации все они растут достаточно медленно, так как до установления каких-либо связей сами они находятся в невозбужденном состоянии или имеют спонтанную активность. В результате медленного роста их дендритов в сравнительно случайном направлении, определяемом лишь конфигурацией кольца вблизи растущих нейронов, устанавливаются первые связи растущих нейронов с клетками кольца.

Если растущий нейрон относится к В-типу, то после установления первого контакта с кольцом прекращается дальнейшая тенденция его роста в направлении тех клеток кольца, которые возбуждаются одновременно с ним. Поэтому у нейронов, с которыми кольцо установило связь, несколько усиливается рост дендритов и аксонов, но в более или менее случайном направлении. При своем дальнейшем росте аксоны этих нейронов устанавливают синаптические контакты с телами других нейронов.

При более или менее случайном росте нервных окончаний в зоне, где имеется циркуляция информации, какой-то тормозной нейрон (ТН)

может установить связи через свои дендриты с двумя клетками "кольца". Наиболее вероятно, что эти клетки расположены рядом, друг за другом, на минимальном расстоянии от ТН. Напомним, что ТН "срабатывает" только при наличии двух сигналов на его входах одновременно. Этого достаточно, чтобы при совпадении таких импульсов аксон тормозного нейрона начал расти чуть быстрее, чем раньше, пусть даже в случайном направлении. С высокой степенью вероятности он через некоторое время "наткнется" на тело клетки возбуждающего нейрона (ВН). И в соответствии с вышеизложенным немедленно начнет его "тормозить", снижать его электрический потенциал.

С этого момента образуется пара нейронов, совместная работа которых приведет к возникновению структуры, аналогичной регистру сдвига с обратной связью, описанному выше.

Действительно, в момент совпадения двух импульсов на входе ТН он будет вырабатывать импульс, воспринимаемый возбуждающим нейроном ВН как импульс торможения. И в этом случае дендриты ВН начнут интенсивно расти. В каком направлении?

Дендриты ВН начнут расти в направлении ближайших к нему аксонов нейронов, которые возбуждены только тогда, когда ВН тормозится, а это и есть именно клетки "кольца" К2 и К3.

И когда дендриты ВН установят контакты с аксонами этих клеток, у нас возникнет структура "сумматора по модулю два"! (рис.24) Как бы сама по себе! Только под воздействием поступающей информации! На выходе ВН сигнал будет появляться только при несовпадении "единиц" в клетках кольца, а при их совпадении ТН затормозит срабатывание нейрона ВН. (Ясно, что сигнала на выходе ВН не будет и при отсутствии сигналов на его входах.)

С другой стороны, момент торможения ВН всегда совпадает с отсутствием возбуждения клетки К1 по самому виду запоминаемой последовательности.

Теперь сделаем решающий шаг. Представим себе, что клетка ВН и клетка К1 - это одна и та же клетка, и все, что мы здесь говорили - лишь удобный методический прием, чтобы показать, как образуется структура "сумматора по модулю два". Ведь эти клетки теперь работают строго синхронно (рис.25)!

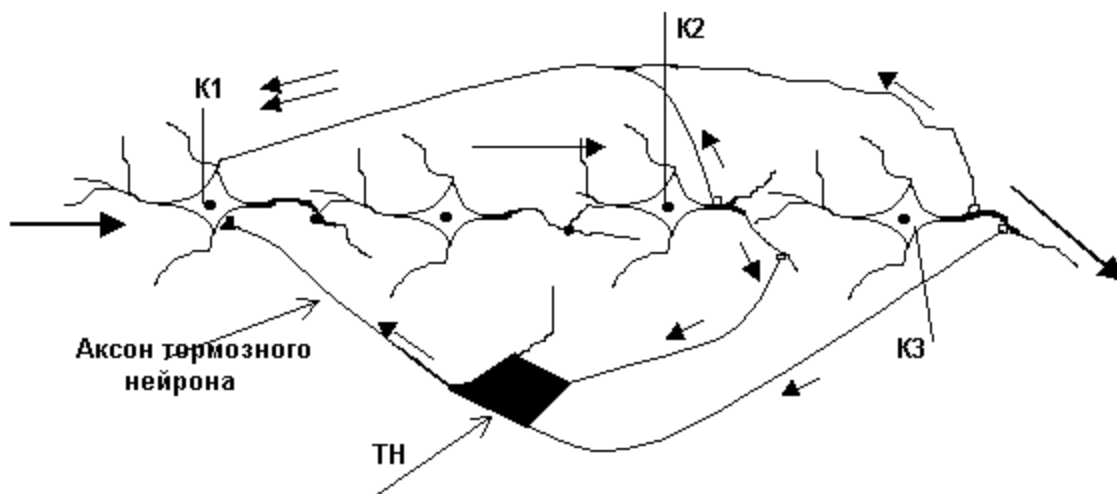


Рис.25

В результате возникает структура, способная только по достаточно малой части последовательности "вспомнить" ее полностью.

Можно продолжать наши рассуждения и дальше и показать, как возникают более сложные системы регистров, но я этого здесь делать не буду по целому ряду соображений. Я хотел только рассказать вам о принципе, по которому информация может запоминаться в структурах, автоматически образующихся как бы из самой этой информации.

Таким (или примерно таким) образом в мозгу человека (и, скорее всего, животных) образуются структуры в виде различных регистров сдвига с обратными связями (PCOC), первоначальным назначением и свойством которых было распознавание внешней информации. На определенной ступени эволюции (перехода к человеку) в результате физиологических причин скорость образования таких структур заметно увеличилась, что дало возможность быстрого образования так называемых условных рефлексов. Возникла долговременная память. Заметим попутно, что условия образования таких структур могут быть разными у разных людей, и это зависит как от чисто физиологических причин, так и от объема и структуры поступающей извне информации. Человек, биохимические особенности мозга которого обеспечивают более высокую скорость формирования и роста нервных окончаний, способен запоминать и обрабатывать сравнительно больший объем информации. И наоборот, человек с самой хорошей памятью, но с детства помещенный в глухую башню без доступа внешней информации безусловно останется дебилом. И можно даже точно объяснить, почему. И такие "опыты" из истории человечества известны.



Кроме свойства обрабатывать информацию РСОС обладает еще двумя очень важными для нас свойствами. Во-первых, он может формировать, а следовательно излучать в пространство, широкобазовые сигналы в виде уже упоминавшихся "М-последовательностей" или аналогичных по структуре сигналов. Во-вторых, такой регистр (при определенных условиях, конечно) способен выделять широкобазовые сигналы на фоне шумов, обнаруживать их на уровне, значительно более низком, чем уровень самих шумов, а также выделять подобные последовательности из общего потока поступающей информации (мы пока не уточняем, по каким именно каналам). Выделять - это означает достоверно обнаруживать их на фоне шумов, то есть случайных колебаний. При этом общая мощность нашего сигнала в занимаемой им полосе частот может быть существенно меньше, чем общая мощность шумов в той же полосе. Если это пока непонятно, прошу принять на веру, но строжайшие доказательства этого имеются в радиотехнической литературе. Самое же убедительное доказательство состоит в том, что на этом принципе вот уже много лет во всем мире работают различные широкополосные системы связи, в том числе и системы сверхдальней космической радиосвязи.

При данной скорости передачи чем длиннее широкобазовый сигнал, чем больше его "база", тем эффективнее при прочих равных условиях осуществляется прием такого сигнала согласованным с ней цифровым фильтром в виде РСОС, и вместе с тем труднее установить сам факт присутствия такого сигнала в пространстве с помощью обычных методов исследования.

И даже если в результате действия различных помех часть широкобазового сигнала будет искажена, то во многих случаях оставшейся части сигнала будет достаточно, чтобы обнаружить этот сигнал на фоне шумов с помощью согласованного фильтра, хотя и с меньшей достоверностью, которая уменьшается пропорционально потере части сигнала. Те, кто любит утверждать (безо всяких доказательств), что мозг работает по некоему "голографическому" принципу, легко усмотрят в моем объяснении подтверждение своей точки зрения и могут уже воскликнуть: "Вот видите! Мы же говорили!". Хотя, если честно, то это лишь внешняя похожесть.

На определенном этапе филогенетического (эволюционного) развития нервной системы вообще и головного мозга в частности, у отдельных людей могут так или иначе возникнуть нервные структуры, способные воспринимать широкобазовые сигналы извне. С одной стороны, излучение этих сигналов человеком тем мощнее, чем большее число нервных цепей принимает участие в их формировании. Это бывает либо при естественных сильных эмоциях (при сильном страхе в том

числе), либо при особой специальной тренировке, при которой человек может сосредоточиться только на одной мысли или образе, "не видя и не слыша ничего вокруг". Органы восприятия внешней информации как бы отключаются от мозга, человек "впадает в транс". С другой стороны и прием внешних сигналов тем более эффективен, чем меньше мешающих факторов со стороны органов чувств. Поэтому, прием такой информации чаще всего происходит во время сна, когда внешняя информация почти не поступает в мозг, или в так называемых измененных состояниях психики (в том числе при гипнозе).

Предположение о том, что человеку нужен сон для восстановления сил, не объясняет, зачем нужен сон в условиях, когда человек не затрачивает в период бодрствования вроде бы никаких усилий, а также не объясняет хорошо известных случаев старческой бессонницы, когда для восстановления сил, казалось бы, требуется больше времени. Наоборот, младенцы спят значительно больше взрослых, хотя обменные процессы у них идут заметно быстрее.

Во время сна в крови появляются некоторые вещества, состав которых до сих пор еще не выяснен, но о которых определенно известно, что при введении их в кровь они вызывают сонное состояние. Когда внешняя информация блокирована, отключена от мозга, мозг оказывается предоставленным самому себе. При этом становятся заметными сравнительно медленные (с периодом 40-60 мин) колебания уровня электрической активности мозга (явления "быстрого и медленного" сна), возможно связанные с изменением пороговой чувствительности нейронов. Необходимость в таких колебаниях может быть связана с тем обстоятельством, что практически невозможно определить и отрегулировать такой уровень активности, при котором внешняя информация уже отключена, но мозг еще сохраняет возможность приема и обработки информации. Однако это так, для будущего...

Все это до некоторой степени объясняет, почему при попытках обнаружить передаваемые телепатическим путем мысли не получается достоверных результатов, и эти сигналы не регистрируются приборами. Даже если эти сигналы имеют все-таки электрическую природу, их можно обнаружить только с помощью согласованных фильтров, а не с помощью обычно применяемых в этих исследованиях полосовых фильтров. Но как раз структура этих согласованных фильтров, имеющих только в мозгу человека, нам и неизвестна, а значит, неизвестна и структура передаваемого сообщения, и его трудно обнаружить даже при относительно большой мощности сигнала, поскольку эта мощность как бы "размазана" по широкой полосе частот.

Отсюда, в частности, следует, что "биологическая радиосвязь" не является "рудиментом", оставшимся от могучих предков, а могла возникнуть только на основе сложных широкобазовых сигналов и сложных фильтров *после* того, как эти структуры стали образовываться у живых существ, достаточно далеко эволюционно продвинутых.

Резкое ограничение потока внешней информации и ввод мозга в так называемое "сомнамбулическое состояние" (околопороговое?) способствует приему широкобазовых сигналов. Действие многих наркотиков приводит к тому же результату. Однако ясно и то, что для обмена подобной информацией необходимые структуры в мозге уже должны быть в наличии. Слепоглухонемые от рождения не обладают такими способностями, но человек, ослепший в возрасте 10-13 лет (как Ванга) уже может иметь такие структуры. Традиции Тибета также предусматривают развитие экстрасенсорных способностей в условиях полной изоляции в высокогорных пещерах, но уже у сравнительно взрослых людей. То же можно сказать и о традициях отшельничества в пустынных местах, где были созданы творения разума, пережившие тысячелетия. Не исключено, что и гипноз базируется на этих же явлениях.

С этой точки зрения становится объяснимой невозможность обнаружения сверхслабых широкобазовых сигналов, излучаемых и воспринимаемых мозгом человека на фоне шумов, с помощью обычных средств радионаблюдения. Для того, чтобы такой сигнал обнаружить, выделить из шумов, вы должны принимать его на согласованный с ним фильтр, на цифровой регистр точно такой же структуры, а именно этой структуры вы и не знаете и узнать ее на сегодняшний день даже методом проб не представляется возможным. Хотя, конечно, если такая задача будет поставлена, она скорее всего будет решена.

Имея в виду вышесказанное, можно утверждать, что мозг является очень сложной вычислительной машиной особого типа, предназначенной для приема и переработки поступающей информации, а также для автоматического принятия решений о способах действия организма в данной быстроменяющейся ситуации и для управления этими действиями. Никакой мистики в его работе с моей точки зрения нет.