

## Заключение

Основной результат данной работы: показано, что **образование парных связей** между нейронами, возбуждёнными в один и тот же промежуток времени, **обеспечивает впоследствии опережающую реакцию** организма на последовательности событий внешнего мира. Такое **опережение («предвидение»)** **обеспечивает** более успешное **выживание** обладателей нервной системы за счёт ухода от наступающих, но ещё не успевших наступить опасностей. Обсуждены некоторые черты этого механизма.

В работе показано, что создание полностью контролируемого или прослеживаемого вплоть до последней связи между нейронами искусственного интеллекта (ИИ) невозможно в том смысле, что невозможно знать об этом интеллекте абсолютно всё, уже потому, что состояние самого ИИ непрерывно изменяется с большой скоростью. Даже очередной взгляд на совершенно чистое небо отличается от предыдущих взглядов. Еще более меняется информационное содержимое мозга при восприятии потока речи или видеоряда. По поводу сверхточного контроля состояния мозга можно даже провести аналогию с квантовой механикой. Можно сказать, что текущее состояние мозга может быть измерено или представлено лишь с точностью до одной связи между нейронами – своеобразного кванта действия для мозга, аналога  $\hbar$  в квантовой механике.

Если же не требовать абсолютно полного контроля над состоянием этого ИИ, то создание такого ИИ принципиально вполне возможно. Может быть, даже на том же пути, который мы предлагаем для построения искусственного мозга. Другое дело, что проконтролировать информационное содержание такого интеллекта, содержащего порядка  $10^{14}$  связей представляется нереальным. Даже если устанавливать по одному миллиону связей в секунду, для наполнения такого интеллекта понадобится около трех лет. Тем более что действующий ИИ сам непрерывно изменяет своё информационное наполнение. Видим, что при наличии даже приблизительной оценки информационной ёмкости мозга человека становятся понятными и даже очевидными принципиальные трудности создания искусственного интеллекта путём проектирования и установления **всех** логических связей в носителе интеллекта. Здесь имеется в виду полномасштабный ИИ, способный конкурировать с человеческим интеллектом, материализованным на десятке миллиардов медленных, но зато параллельно действующих логических элементов – нейронов. Чтобы получить такой ИИ с заданными характеристиками, нужно сначала рассчитать, спроектировать сотни тысяч миллиардов логических межнейронных связей с их весами. Эта гигантская работа выльется в такое количество человеко-лет квалифицированного труда, что ресурсов всего человечества может не хватить для создания даже одного экземпляра ИИ с полностью спроектированными логическими связями. Перефразировав Н.Н. Озерова, можно сказать – такой ИИ нам не нужен.

Другое дело – интеллект, **воспитанный** на ином материальном носителе, чем наш биологический белковый мозг. То есть, можно говорить о воспитании естественного интеллекта (ЕИ) в искусственном мозге (ИМ), который может быть создан в соответствии с рассмотренными выше принципами работы мозга. А именно:

1. Мозг представляет собой огромное множество многоходовых логических элементов – нейронов. Нейроны возбуждаются, активизируются сигналами, поступающими на их входы, при превышении порога их чувствительности. Работают они параллельно, асинхронно, достаточно независимо друг от друга, и влияют друг на друга через парные связи.
2. Эти связи соединяют выход предыдущего нейрона с входом последующего. Связи самопроизвольно образуются между выбранными, возбуждёнными в данный момент нейронами, находящимися в механическом контакте, посредством электрического пробоя.
3. Возбуждение нейрона длится некоторое конечное время. Поэтому и

устанавливаются причинно-следственные связи, в которых фиксируется факт приблизительно одновременного возбуждения нейронов. На основе установления связей появляется способность «предвидеть» впоследствии наступление сопутствующего, как в прошлый раз, события. Поэтому может иметь место опережающая реакция организма, хотя сопутствующее прошлый раз событие могло быть как до, так и после данного события. В этой опережающей реакции и заключена полезность возникающей связи для организма, так как «предвидение», опережение порождает дополнительные шансы на выживание.

4. Логические веса связей – их проводимости со временем уменьшаются. Этим уменьшением обусловлено забывание и «торможение», происходящее в результате появления новых, более сильных конкурирующих связей в логически близких цепочках нейронов, возникающих наряду и одновременно с ослаблением старых связей. Обеспечивается возможность переучивания – изменения поведения в изменяющихся условиях. Если забыл, но при привлечении дополнительных связей – ассоциаций вспомнил, то это значит, что связь не была утрачена безвозвратно, просто её сопротивление стало слишком большим, ее вес уменьшился. Связь без употребления «заплывает жирком».
5. Рассмотрен механизм обеспечения «единственности» мысли – внимания. То есть, рассмотрен механизм, обеспечивающий «не взрывообразное», а почти одномерное, почти линейное, последовательное развитие, течение мысли. Этот механизм базируется на короткой отрицательной обратной связи – выход предыдущего, активизирующего нейрона «подсаживается», нейтрализуется входом первого же возбужденного нейрона последующей ступени. И возможность возбуждения других нейронов последующей ступени (кроме первого возбужденного) резко снижается. Этот же механизм обеспечивает и «торможение», переучивание при изменении порядка следования событий.
6. Рассмотрены возможности установления новых связей между нейронами в совершенно «чистом» мозге, возникновение и расширение, уточнение понятий, материализованных сначала на отдельных нейронах, а при развитии понятий – на группах нейронов.
7. Предложено объяснение механизма и функции сна: входные каскады мозга в результате их «разряженности», наступающей в процессе бодрствования вследствие затрат на возбуждения при функционировании, перестают пропускать в мозг внешние сигналы обычного уровня. При этом падает активность и других нейронов, так как на часть их входов перестают поступать активизирующие сигналы от нейронов-соседей. Поскольку для внутренних нейронов мозга средний коэффициент размножения сигнала не больше единицы (иначе происходило бы самовозбуждение мозга), то течение мыслей в мозге, лишённом внешних раздражителей, затухает. Мозг погружается в полное спокойствие. Когда нейроны мозга восстановятся, а некоторые из них зарядятся даже излишне («перезарядятся»), то они могут самовозбудиться. Тогда по спящему мозгу начнет бродить правдоподобный сюжет – сон. Начинается сновидение. По мере восстановления работоспособности входных нейронов они начинают пропускать входные сигналы – мозг просыпается после отдыха, можно сказать, «по плану». При поступлении во время сна на вход мозга слишком сильных раздражителей они также смогут проникнуть даже через высокие во время сна пороги чувствительности входных нейронов, и мозг просыпается **вынужденно**.

В работе предложен принцип установления логических связей между парами возбужденных нейронов, а также эксперимент, который может подтвердить или опровергнуть утверждение о справедливости этого принципа образования межнейронных связей не только для искусственных, но и для естественных нервных систем. Описан механизм формирования

серий нервных импульсов при воздействии на нейроны мощных раздражителей.

Понимание принципов функционирования нашего мозга, позволяющих построить достаточно адекватную компьютерную или схемную модель мозга, может также помочь понять причины различных расстройств работы мозга человека и найти пути их преодоления. Так, например, из нашей модели мозга вытекает, что утрата способности к запоминанию новых событий связана с невозможностью или трудностью установления новых связей между нейронами. Возможны несколько причин такого нарушения: или стало слишком высоким напряжение пробоя, или стало недостаточным для пробоя выходное напряжение, или стали слишком большими токи утечки через изолирующую оболочку нейронов, так что в результате утечек перестало достигаться нормальное напряжение пробоя. Вот и перестали устанавливаться новые связи, хотя уже существующие старые связи-воспоминания при этом работают достаточно хорошо.

В работе сделана попытка понять, как работает наш человеческий мозг. По нашему мнению, принципы его работы очень просты. Из нашего изложения следует не только констатация простоты, элементарности принципов, в соответствии с которыми функционирует мозг, но и возможность уже при нынешнем уровне развития микроэлектроники в самом ближайшем будущем создать искусственный мозг, превосходящий по мощности наш естественный. Указаны пути создания компьютерной и схемной модели искусственного мозга. Однако наполнять интеллект и стимулами этот искусственный мозг придётся обычным методом – через воспитание, обучение. Так что рядом с человечеством вполне может подняться высокоразвитая небелковая цивилизация, которая с высокой вероятностью может превзойти человечество. Станет ли она нашим конкурентом? Или даже врагом? Или эта цивилизация будет нашим помощником, соратником, другом?