

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СТРУКТУРЫ ЗНАНИЙ

*Новиков А.А*

*Белорусский национальный технический университет*

Информация естественных наук, в том числе и инженерно-прикладных, как передаваемая от субъекта субъекту посредством звуковой речи, текста, графика и даже чертежа, так и фиксируемая на материальных носителях, имеет принципиально последовательно-упорядоченную структуру, универсальной формой представления которой является развитый естественный язык (ЕЯ).

ЕЯ включает в себя специализированные разделы: язык математики, физики, механики, чтения чертежа и т.д. Основа любого языка – слова существительные, именующие выделяемые нами части (объекты из окружающего нас мира) и слова глаголы, именующие наблюдаемые нами изменения этих объектов в силу присущей или приписываемой нами объектам некой взаимосвязи.

Абстрактность ЕЯ проявляется в возможности сочетания практически любых слов-существительных с любыми словами-глаголами. Именно эта абстрактность ЕЯ позволяет вводить в него слова-понятия не имеющие реальных объектов-прототипов вещественной природы.

В специализированных подразделах ЕЯ используются не слова, а термины, т.е. наименования четко регламентированные. Регламент терминов осуществляется: как развернутыми предложениями универсального ЕЯ (например «базовые неопределяемые понятия математики»), так и посредством ранее введенных терминов.

Важно: термин это короткое наименование нескольких предложений, а то и абзацев текста на ЕЯ. Любой понимаемый термин должно уметь разнообразно и многовариантно пояснять средствами ЕЯ.

Почему число «пять» обозначается символом 5, не требует объяснений, но только запоминания. Это «знание» относится к базовой аксиоматике: алфавитно-фонемному уровню. Как, впрочем, левое и правое, начало-конец слова и т.п. понятия, которые, разумеется, не изучаются, а просто запоминаются в раннем возрасте. Последующее усвоение новой информации связано с объемом ранее зазубренных аксиоматических понятий и хорошо усвоенных терминов. Таким образом, поступающая информация может быть разнесена на два типа: аксиоматически автономная, которая требует тупого зазубривания, либо изначально

логически связанная с ранее усвоенными понятиями, и которая легко встраивается в существующую систему.

Отсутствие же у обучаемого должной базы усвоенных терминов, неизбежно переводит очередную порцию логически увязываемой информации в тип «принципиально зубуриваемых фактов», т.е. создает очередное «новое начало и новый конец», вместо встраивания «очередного звена» в существующую сетевую систему.

Предлагаемая феноменологическая модель нейронной сети мозга основана именно на структурах Е.Я. Вихревой образ (ВО) – система из сотен (тысяч) нейронов связанных устойчивыми во времени синапсами.

Структура ВО принципиально трехмерна (двумерные сети не способны даже складывать числа), качественное изображение двух ВО на рис.1.

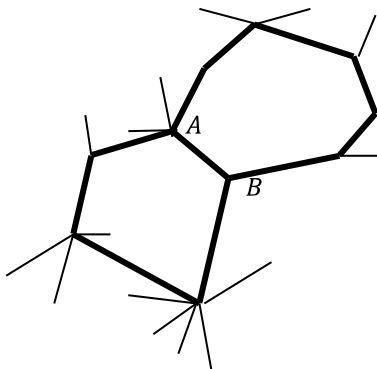


Рис.1. Качественная схема двух вихревых образов нейронной сети, где отрезки – разнообразные синапсы соединяющие нейроны

Синапсы передают нейрону как возбуждающие, так и тормозящие сигналы. Успешный поиск требуемой информации связан с синхронной активизацией большей части нейронов нужного ВО.

На физиологическом уровне долговременное размещение в мозге новой информации связано с построением новых ВО. Это осуществляется за счет уничтожения некоторых ранее существующих синапсов и отращивания новых – объем мозга практически постояен.

Поскольку каждый нейрон обладает тысячами синапсов, то он оказывается задействован в сотнях «соседствующих» ВО. На рис.1. нейроны А и В общие для двух ВО. Таким образом «соседствующие» ВО реализуют многочисленные «логические связи» типа: вопрос-ответ, причина-следствие, звуковое и письменное воспроизведение запомненной в ВО информации и т.п..

Долговременность запоминания определяется именно количеством соседствующих ВО. При достаточно обширной сети у ВО имеет место регенерация ВО даже при утрате нескольких синапсов. Правда, утраченный ВО восстанавливается не в первоначальном, а в логически допустимом виде: наша память постоянно «усовершенствуется». Что за информация хранится в отдельном ВО и в каком виде: сегодня остается не ясным.

Проблема усвоения студентами математических знаний – в абстрактной природе практически всех объектов математики, появляющейся уже на первых шагах развития. Методика школьного образования (неизбежная в силу возраста обучаемых) основана не на строгой системе логических доказательств и определений, а на демонстрации математических свойств через решение многочисленных примеров. Последние же еще и сопровождаются наглядной (предметно-прагматической) интерпретацией, что вообще-то только вуалирует математические аспекты. Освоение элементов высшей математики по подобной методике требует больших временных затрат.

Эволюционное же развитие математики вполне диалектично: количество переходит в качество. Чтобы разобраться со сложным объектом – его следует разложить на взаимодействующие части (правда, зачастую, получаемые части оказываются сложнее целого).

Инженерный труд включает нахождение (вычисление) нужных количественных характеристик по имеющимся данным (характеристикам).

Опр. Количественная характеристика – свойство реального объекта (процесса) измеримое в эталонах.

Собственно сам процесс измерения – счет эталонов. Результаты счета именуются натуральными числами, которые образуют бесконечное, но строго упорядоченное множество специальных слов ЕЯ. Операция (вычислительные действия) получения очередного натурального числа  $a_{n+1}$  из предыдущего  $a_n$ , и является унарной операцией счета  $S(a_n)=a_{n+1}$

Несмотря на кажущуюся простоту операции  $S$ , она достаточно сложна, а главное циклически трудоемка: для получения очередного имени приходится обрабатывать все символы-цифры предшествующего слова. Количество проводимых действий над символами можно существенно сократить, если разложить операцию счета на составляющие... Операция счета разложима, опять же, на операции счета, но с последующим объединением промежуточных результатов уже бинарной операцией над натуральными числами – сложением. Так наименьшие «суммарные трудозатраты» для подсчета  $N$  предметов получаются при использовании  $k \approx \frac{N}{\log_2 N}$  счетчиков, при этом

количество выполняемых действий так же сокращается в  $k$  раз. Так появляется первая бинарная операция арифметики натуральных чисел – сложение.

Именно бинарные операции порождения (двум однотипным объектам ставится в соответствие третий того же типа) образуют фундамент математики. Строгое чередование таких операций и объектов обработки образуют выражения, а утверждения о равенстве двух выражений с неизвестными объектами обработки – уравнения (аналоги предложений в ЕЯ). Язык математики – язык уравнений.

Для разрешения уравнений требуется появление обратных бинарных операций. А решение систем уравнений неизбежно приводит к появлению очередных пар новых бинарных операций. В обоих случаях происходит и неизбежное расширения понятия числа – базового объекта обработки в математике, от натурального до комплексного. В результате этой эволюционной ветви развития появилась расширенная арифметика со своими шестью бинарными операциями.

Далее тупик, но эволюция математики продолжилась развитием собственно самого понятия «вычислительные действия над числами»: числовая функция числового аргумента  $f(x)$  это - некие вычислительные действия именуемые  $f$ , проводимые над числовой переменной-аргументом  $x$  и дающие в результате число-значение функции. Так вычислительные действия сами превратились в объекты обработки. Из двух функций можно получать бинарными операциями третью, причем таких бинарных операций уже десять.

Завершает курс инженерной математики освоение студентами бинарной операции дифференцирования

$$\gamma x = \frac{d\beta(x)}{d\alpha(x)} = \lim_{y \leftrightarrow x} \frac{\beta x - \beta(y)}{\alpha x - \alpha(y)},$$

точнее ее обратная, опять же бинарная, операция интегрирования.

Неизбежной проблемой обучаемых является усвоение устрашающего объема свойств этих завершающих курс бинарных операций: формально, их сто штук... Их много, но все они сконструированы единообразно: доказываемые теоремами свойства описывают взаимодействие бинарных операций друг с другом. Собственно само «взаимодействие» двух операций поясняется весьма просто: доказывается возможность замены одной цепочки вычислительных действий на другую, но с сохранением итогового результата.