

## ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ САМООБУЧЕНИЯ НЕЙРОНА

Новиков А.А

*Белорусский национальный технический университет*

Нейрон, базовая клетка головного мозга, выполняет две информационные функции: передает, в режиме синхронизируемой параллельности и многоканальности, электромагнитные (точнее, медленные химические) сигналы соседям и постоянно реформирует сеть синапсов, непосредственных материальных носителей долговременной памяти.

Внутренность нейрона полагаем почти однородной субстанцией, в которой распространяется  $H(\mathbf{r}, t)$  - «химическое напряжение», процесс описываем уравнением параболического типа (1), где  $K(\mathbf{r})$  – коэффициент пространственной проводимости сигнала,  $\alpha$  - коэффициент его затухания

$$H(\mathbf{r}, t)_t = \text{div}(K(\mathbf{r}) \text{grad } H(\mathbf{r}, t)) - H(\mathbf{r}, t). \quad (1)$$

Поверхность нейрона (граница для уравнения) фрагментирована площадками  $S = \sum S_{ci} + S_{oi}$ , где  $S_{ci}$  – место контакта с синапсом вход-выход,  $S_{oi}$  - нейтральная область. Начальное условие для (1):  $H(\mathbf{r}, 0) = 0$ . Нормальный режим работы нейрона: на нужные синапсы подается импульсное воздействие, которое через время достигает, с допустимым затуханием, нужных выходных синапсов. Режим «самообучения»: на нужные синапсы входа подается импульсный сигнал, который должен переформатировать внутреннюю структуру проводимости  $K_o(\mathbf{r})$  в  $K(\mathbf{r})$ , чтобы этот сигнал достигал опять же нужных синапсов за время  $t$ . Изменения имеющейся внутренней структуры проводимости нейрона должны быть минимальны, т.к. нейрон должен обеспечивать максимум (все?) ранее заученные связи. А поскольку, в нашей модели функция  $K(\mathbf{r})$  полагается дифференцируемой, то в качестве критерия оптимальности разумно воспользоваться метрикой Соболева (2) с весовым коэффициентом  $p$  - пропорциональном линейному размеру нейрона.

$$\text{Min}_{no K(\mathbf{r})} \iiint (K(\mathbf{r}) - K_o(\mathbf{r}))^2 + p(\text{grad}(K(\mathbf{r}) - K_o(\mathbf{r})))^2 dv \quad (2)$$

Реализация задачи (1)-(2) показала возникновение внутри нейронов канальных (псевдо одномерных и почти линейных) областей повышенной проводимости между нужными аксонами.

Выводы, по феноменологической модели и численным экспериментам:

- наиболее устойчивые во времени, т.е. при последующих «циклах самообучения», каналы проводимости наблюдаются между синапсами соседствующими на границе нейрона,
- для описания внутренней структуры нейрона и его оболочки вполне хватает двумерных, по пространству, моделей, но реальная структура сетей синапсов, разумеется, остается принципиально трехмерной.