

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СЕНОРНЫХ СИГНАЛОВ В ТАЛАМО-КОРТИКАЛЬНЫХ СЕТЯХ

И.В. Нуйдель, М.Е.Соколов, В.Г.Яхно

Институт прикладной физики РАН, Россия, Нижний Новгород,
Ульянова ул., 46, г. Нижний Новгород, 603950, факс 8(831)4164790, nuidel@awp.nnov.ru

В экспериментальных нейрофизиологических исследованиях выявлено, что важную роль в процессах обработки сенсорных сигналов разной модальности играет универсальная система: взаимосвязанные нейрональные модули: кора, ретикулярные ядра таламуса, специфический таламус. В расчётах на моделях важно выяснить, как преобразуется входной сигнал в этих отделах мозга, и какие внутренние процессы могут ограничить и полностью нарушить их совместную работу. Один из вариантов таких нарушений представлен эпилептиформными процессами. Нами разработана функциональная модель взаимодействия нейрональных модулей в ходе обработки информации в таламо-кортикальной системе. Модель позволяет рассмотреть условия, при которых реализуются различные динамические режимы преобразования информации. В модель включены четыре взаимосвязанных нейронных модуля. Каждый модуль содержит нейронные ансамбли коры, интернейронов коры, нейронов сенсорных ядер таламуса и ретикулярных ядер таламуса. В модели нейронные ансамбли коры одного модуля воздействуют на нейронные ансамбли других модулей. Состояние модуля описывается балансными интегро-дифференциальными уравнениями (написанными для системы с большим количеством однотипных элементов - нейронов в приближении однородности рассматриваемого участка) для четырёх переменных, определяющих распределение возбуждения в соответствующих нейронных ансамблях. Модель программно реализована в среде MATLAB 7.7.0. Исходный сенсорный сигнал (изображение) подаётся на переменную, соответствующую специфическому таламусу. Динамика преобразования сигнала отражена в пространственно-временных паттернах в виде изображений, а также в одномерном сигнале суммарной активности с различных участков изображения и со всего изображения. В таламо-кортикальной системе в режиме нормальной обработки информации происходит стробирование входного сигнала во времени и выделение из сигнала простейших признаков (например, контура или линий разных направлений, объектов заданного размера и других признаков), которые задействованы в когнитивных процессах. Амплитудные и частотные характеристики одномерного сигнала являются информативными для определения нормы и патологии при анализе электроэнцефалограмм. В нормальном режиме (при обработке информации) колебания электрической активности в отделах мозга асинхронные и низкоамплитудные. Пароксизмальная (при эпилепсии) активность нейронов обуславливается либо синхронизацией электрической активности нейронных ансамблей в различных модулях, и отражается на электроэнцефалограмме повышением частоты и амплитуды колебаний. В работе рассмотрены процессы преобразования сигналов в модельной системе в нормальном режиме и патологическом режиме. Переход между режимами происходит при увеличении параметра связи между модулями.