

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова  
Кафедра компьютерных сетей

**Е. В. Коновалов**

# Нейросети на основе модели обобщенного нейронного элемента

Методические указания

*Рекомендовано*

*Научно-методическим советом университета  
для студентов, обучающихся по специальности  
Прикладная математика и информатика*

Ярославль 2009

УДК 612.8:007

ББК В18<sub>я</sub> 73

К64

*Рекомендовано*

*Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебного издания. План 2009 года*

Рецензент

кафедра компьютерных сетей ЯрГУ

К64 Коновалов, Е. В. Нейросети на основе модели обобщенного нейронного элемента: метод. указания / Е. В. Коновалов; Яросл. гос. ун-т. — Ярославль, 2009. — 36 с.

В методических указаниях приведено описание новой модели обобщенного нейронного элемента, исследование свойств данной модели, а также построение нейронной сети, состоящей из обобщенных нейронных элементов, и изучение феномена пачечной активности во фрагменте такой сети.

Предназначены для студентов четвертого курса, обучающихся по специальности 010501 Прикладная математика и информатика (дисциплина "Нейронные сети на основе импульсной модели нейрона", к/в, блок ОПД), очной формы обучения.

УДК 612.8:007

ББК В18<sub>я</sub> 73

©Ярославский государственный  
университет, 2009

## Введение

Изучение биологических нейронных сетей является одним из приоритетных направлений современной науки. Создание математических моделей искусственных нейронных сетей и изучение их свойств представляет собой важнейший метод исследования в данной области. Помимо теоретического интереса к процессам мышления, интенсивное развитие нейросетевых технологий обусловлено целым спектром практических запросов в медицине, экономике, физике, химии, информатике и др.

Возникновение теории нейронных сетей связывают с классическими работами У. Мак-Каллока и В. Питтса [1], а также Д. Хебба [2] и Дж. Экклса [3]. В дальнейшем данная теория была развита в работах Ф. Розенблатта, М. Минского, В. Маунткасла, Д. Эдельмена, В. Л. Дунина-Барковского, А. А. Фролова, Дж. Хопфилда, Т. Кохонена и др. Параллельно с возникновением и изучением нейросетевых моделей развивалось знание о биологических нейронных сетях в работах Э. Эндриана, Р. Лоренте Де Но, Н. П. Бехтеревой, М. Н. Ливанова, А. Н. Лебедева и др.

Настоящее пособие написано в рамках фазово-частотного подхода касательно способов представления и хранения информации в мозге. Исходя из анализа биологических данных, предлагается новая модель нейрона — обобщенный нейронный элемент (ОНЭ). Данная модель является феноменологической и создана на основе импульсной модели нейрона В. В. Майорова [4]. Достоинствами модели ОНЭ являются простота описания и реализации, а также ее универсальный характер. Обобщенный нейронный элемент может, в зависи-

мости от параметров модели, функционировать как нейрон-пейсмейкер (автогенератор) или нейрон-детектор (пороговый нейрон). На основе этой модели нейронного элемента строится простая нейронная сеть. Изучаются возникающие в такой сети устойчивые колебательные режимы. Таким образом, нейронная сеть оказывается способной хранить и воспроизводить информацию в динамическом виде.

# 1. Математическая модель обобщенного нейронного элемента

## 1.1. Биологическая справка

Наиболее удачные математические модели нейронных элементов опираются на данные о функционировании биологических нервных клеток. Модель обобщенного нейронного элемента в значительной степени использует свойства биологического нейрона. Поэтому приведем краткие сведения о строении и функционировании биологического нейрона.

Строение нервной клетки весьма сложно, но при моделировании естественно и целесообразно ограничиться принципиальными структурами и свойствами биологического нейрона. Каждый нейрон состоит [5] из центральной части — тела, внутри которого находится ядро, и древовидных отростков, расходящихся от тела в разных направлениях. Относительно короткие отростки называются дендритами, а единственный длинный носит название аксона. Независимо от местоположения и функций, любой нейрон, подобно другим клеткам организма, ограничен липопротеиновой мембраной, которая определяет его индивидуальные границы и является хорошим изолятором. По обе стороны мембраны между содержимым клетки и внеклеточной жидкостью существует электрическая разность потенциалов [6]. Эту разность называют мембранным потенциалом. Своим происхождением мембранный потенциал обязан неравномерному распределению ионов по обе стороны мембраны. Большую часть времени наружная поверхность мембраны электроположительна по отношению к внутренней. Мембранный потенциал отрицателен и велик по абсолютной величине (состояние поляризации).