

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лобова Сергея Анатольевича на тему «Спайковые модели динамики и обучения локальных сетей нейронов мозга» по специальности 1.5.2. – биофизика, представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертационная работа Лобова Сергея Анатольевича посвящена исследованию импульсных, или спайковых (от англ. spiking) нейронных сетей, в которых каждый нейрон представляет собой динамическую систему, способную моделировать генерацию спайка при достижении порогового уровня трансмембранного потенциала. Фокусом внимания представленной диссертационной работы явилось исследование биофизических спайковых моделей нейронных сетей и разработка на их основе новых подходов к созданию самообучающихся нейроморфных систем и нейроинтерфейсных технологий.

Полученные автором результаты, несомненно, обладают научной новизной: в представленной работе предложены новые методы анализа структурно-функциональных состояний нейронных сетей, расширяющие известные методы биофизики сложных систем. В свою очередь, это позволило предложить новые сетевые архитектуры и алгоритмы обучения, демонстрирующие динамические свойства и процессы ассоциативного обучения, характерные для сетей нейронов мозга. Автором впервые предложена биофизическая модель сетевой памяти, запись информации в которой опосредуется изменением эффективности синаптических связей, а процесс воспроизведения представляет собой функциональный ответ в виде сетевых пачек спайков, синхронизированных с наносимой стимуляцией. Обнаружена зависимость времени хранения следов памяти от уровня нейронного шума и ключевая роль нейронов-хабов в поддержании глобальной сетевой памяти. Работа значительно расширяет область применения биофизической модели обобщенных когнитивных карт, основанной на распространении волнового фронта нейронной активности в спайковых нейронных сетях, что позволило автору впервые предложить метод управления конечностями на основе данной модели и показать, что биофизическая модель обобщенных когнитивных карт может применяться не только в задаче навигации, но и в задаче сенсомоторного взаимодействия с внешним миром в динамически меняющихся условиях. Разработан нейромышечный интерфейс с комбинированным командно-пропорциональным управлением, при котором команда исполнительному устройству формируется на основе классификации электромиографического (ЭМГ) сигнала, а скорость выполнения команды определяется усилием мышц оператора. Впервые предложено использование спайковых нейронов для извлечения характерного признака ЭМГ-сигнала и совмещение в рамках одной гибридной сети работы спайковых и формальных нейронов. Показано, что самоорганизующиеся нейронные карты на основе моделей нейронных сетей с конкурентным типом обучения могут выполнять задачу кластеризации ЭМГ-сигналов мышц предплечья при движении кисти руки. Впервые показано, что взаимное расположение кластеров нейронной активности в обученной сети связано с пространственной топологией смещения кисти относительно центрального положения. Также впервые предложен метод классификации ЭМГ-сигналов на основе самоорганизующихся нейронных карт.

Результаты и основные положения диссертационной работы прошли серьёзную апробацию: доложены и обсуждены на многочисленных научных конференциях различного уровня, использовались при выполнении огромного корпуса НИР. Основные результаты диссертации представлены в 37 научных работах: 29 статей в журналах из списка ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus, 8 охранных документов на результаты интеллектуальной деятельности.

Работа производит очень приятное впечатление, автореферат хорошо оформлен и даёт полное представление о проведённых исследованиях и полученных в диссертационной работе результатах. Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне, выводы вполне обоснованы и вытекают из результатов проведенных исследований. Диссертация представляет собой законченное научное исследование, отвечающее требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, (пп. 9-11, 13,14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Лобов Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2. – биофизика.

Доктор физ.-мат. наук, доктор биологических наук, доцент  
по специальности, ведущий научный сотрудник  
Федерального государственного бюджетного научного  
учреждения «Федеральный исследовательский центр  
Институт прикладной физики Российской академии наук»  
(ИПФ РАН)  
603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46  
Телефон +7 902 3043709, e-mail: iudin@ipfran.ru

Подпись Иудина Д.И. заверяю  
Учёный секретарь ИПФ РАН



Иудин Дмитрий Игоревич

Корюкин Игорь Валерьевич