

## ОТЗЫВ

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

Диссертационная работа Лобова Сергея Анатольевича посвящена актуальному направлению биофизики сложных систем – исследованию спайковых (импульсных) моделей нейронных сетей и разработке на их основе новых подходов к созданию самообучающихся нейроморфных систем и нейроинтерфейсных технологий.

В качестве ключевого объекта моделирования в работе выступили диссоциированные нейрональные культуры, выращиваемые на мультиэлектродных матрицах. Данный экспериментальный подход ставит основной целью решение проблемы обучения сетей нейронов мозга и исследование взаимосвязи сетевого обучения и процессов синаптической пластичности. В последнее время благодаря микрофлюидной технике появилась возможность выращивать структурированные (модульные) нейронные сети и одна из самых актуальных задач здесь – поиск сетевых архитектур, обеспечивающих ассоциативное обучение. В этом контексте, среди научных результатов, полученных Лобовым С.А. хотелось бы отметить следующие:

- Разработана биофизическая спайковая модель нейронной сети, характеристики которой верифицированы по экспериментальным данным, полученным на диссоциированных культурах нейронов, выращенных в условиях *in vitro*.

- Разработан новый метод отображения структурно-функциональных характеристик СНС с помощью поля спайковой активности (поля функциональных связей). При этом для построения векторного поля информация о межнейронных связях не учитывается, таким образом его можно использовать в качестве метода конструирования функционального комплекта в нейронных сетях, выращиваемых в условиях *in vitro*.

- Разработанная биофизическая спайковая модель нейронной сети, предложенные архитектуры и алгоритмы обучения позволили сформулировать ключевые принципы ассоциативного обучения: (1) наличие Хеббовского правила обучения, (2) синаптическая конкуренция (конкуренция нейронных входов) на основе правила кратчайшего пути либо синаптического забывания, и (3) нейронная конкуренция (конкуренция нейронных выходов) на основе латерального торможения.

Таким образом, результаты, полученные Лобовым С.А. с применением модельного подхода, позволяют определить факторы, лимитирующие обучение в нейронных сетях,

выращенных *in vitro*, и предлагают возможные сетевые архитектуры, обеспечивающие обучение.

Диссертационная работа Лобова С.А. выполнена на высоком уровне, является законченным научным исследованием и соответствует паспорту специальности 1.5.2 – биофизика. Результаты работы опубликованы в 29 статьях ведущих журналов и 9 документах РИД, доложены на международных и всероссийских конференциях. Замечаний по содержанию автореферата нет.

Считаю, что диссертация Лобова С.А. соответствует требованиям п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842 (в редакции от 20.03.2021), предъявляемым к докторским диссертациям, а автор работы, Лобов Сергей Анатольевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.5.2 – биофизика.

Доктор биологических наук,  
специальность 14.00.16 – патологическая  
физиология, профессор, директор  
института фундаментальной медицины,  
заведующий кафедрой нормальной  
физиологии им. Н.Ю. Беленкова ФГБОУ  
ВО «ПИМУ» Минздрава России  
Тел: +79047975550  
e-mail: [mukhinaiv@mail.ru](mailto:mukhinaiv@mail.ru)

*Ирина Мухина*

Мухина Ирина Васильевна  
15.11.2021

Подпись д.б.н., профессора Мухиной И.В. заверяю

Ученый секретарь ФГБОУ ВО  
«ПИМУ» Минздрава России,  
доктор биологических наук



*Н.Н. Андреева*

Н.Н. Андреева