

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Иванова Дмитрия Александровича  
«Нейроморфные методы оптимизации систем искусственного интеллекта  
для задач обучения с подкреплением»,  
представленную на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение  
вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей.

Одним из самых заметных и революционных трендов последних лет в компьютерных науках является развитие методов искусственного интеллекта (ИИ). Потенциал этих методов огромен, что со всей очевидностью показывает практика их внедрения в науке, промышленности, коммерции, хотя, честно говоря, это верно и практически для всех областей деятельности человека. Вместе с этим, широкое распространение технологий ИИ сталкивается с целым рядом серьёзных фундаментальных проблем, связанных, в частности, с высокой вычислительной сложностью обучения и использования (инференса) нейросетевых моделей и, как следствие, необходимостью значительного увеличения скорости работы соответствующих методов. Это классическая, но сложная задача компьютерного кодизайна, в решении которой можно двигаться как со стороны новых методов, так и со стороны новых архитектур вычислительных систем. Работа Иванова Д.А. лежит именно в этой области, делая акцент на исследовании инференса нейронных сетей, тренированных методами обучения с подкреплением, рассматривая в комплексе развитие методов оптимизации систем ИИ с учетом особенностей архитектуры современных процессоров, что делает данную диссертационную работу исключительно актуальной и востребованной.

В ходе проведения представленных в диссертации исследований Иванов Д.А. проявил себя целеустремлённым ученым, хорошо понимающим

предметную область, необходимость выделения основных проблемных мест, расстановки акцентов и концентрации на главном, способным к быстрому освоению смежного материала и проведению самостоятельных исследований с помощью современных методов и компьютерных технологий. Абсолютно правильной стала изначальная апелляция к вычислительным принципам работы мозга человека, что позволило Иванову Д.А. нащупать ключевые идеи для построения новых методов инференса, представленных в диссертационной работе. Всё это в совокупности дало возможность получить новые значимые научные результаты, имеющие высокий практический потенциал. Эффективность и работоспособность разработанных методов были подтверждены практическими исследованиями на целом множестве широко распространенных нейросетевых окружений (сред), показывая улучшение времени, числа операций и других целевых показателей в разы, а иногда и на порядки.

Положения, выносимые на защиту Ивановым Д.А.:

1. Нейроморфные методы и подходы к оптимизации систем искусственного интеллекта для задач обучения с подкреплением на основе свойств и принципов функционирования мозга человека с целью повышения энергоэффективности, пропускной способности, масштабируемости и скорости работы современных систем ИИ.
2. Метод оптимизации инференса нейронных сетей, тренированных методами обучения с подкреплением, на основе комбинации структурной разреженности и квантования. Метод уменьшает на 1-2 порядка (вплоть до 400 раз) размеры нейронных сетей без потери качества работы, что позволяет размещать нейронные сети в быстрой памяти или уменьшать число обращений в память.
3. Метод оптимизации инференса нейронных сетей, тренированных методами обучения с подкреплением, на основе комбинации временной и структурной разреженности. Метод уменьшает на 1-2 порядка число обращений в память и число арифметических операций при инференсе

нейронных сетей без потери качества работы. Введенная в методе асинхронность нейронов дает возможность обеспечения большей масштабируемости.

Основные результаты диссертации имеют большое теоретическое и практическое значение, изложены в трёх публикациях, изданных в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях, определенных в п. 2.3 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова.

Диссертация Иванова Дмитрия Александровича является законченным исследованием и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Рекомендую к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.5 Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей диссертационную работу Иванова Дмитрия Александровича «Нейроморфные методы оптимизации систем искусственного интеллекта для задач обучения с подкреплением»

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук,  
профессор, член-корреспондент РАН,  
директор Научно-исследовательского  
вычислительного центра,  
заведующий кафедрой суперкомпьютеров и  
квантовой информатики факультета ВМК  
МГУ имени М.В. Ломоносова

119234, Москва, Ленинские горы, 1, стр.4

Email: [voevodin@parallel.ru](mailto:voevodin@parallel.ru)

В.В. Воеводин

03.10.2025

Подпись Воеводина Владимира Валентиновича удостоверяю