

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Масленникова Олега Владимировича «Коллективная динамика и функциональные свойства обучаемых нелинейных сетей активных элементов», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности

1.3.4 – радиофизика

Установление физических принципов, по которым нелинейные сети активных элементов приобретают функциональные свойства в процессе обучения, является одной из наиболее актуальных задач на стыке радиофизики, теории динамических систем и машинного обучения. Присуждение Нобелевской премии по физике 2024 года Дж. Хопфилду и Дж. Хинтону подчеркнуло фундаментальную физическую природу этих вопросов. В этой связи работа О.В. Масленникова представляет собой яркий пример крайне востребованных исследований, направленных на преодоление концептуального разрыва между аналитическим аппаратом нелинейной динамики и методами машинного обучения.

Диссертация концентрируется на центральной проблеме: каким образом обучение трансформирует фазовое пространство нелинейной динамической системы с сетевой организацией взаимодействий между элементами, формируя аттракторные структуры, необходимые для реализации вычислений. Работа последовательно охватывает путь от аналитической теории хаотических колебаний и переходного хаоса в одиночных элементах через установление закономерностей коллективной динамики в сетях различной архитектуры (оптимальность «малого мира» для синхронизации, гиперсетевое описание адаптивных сетей с аппаратной верификацией на ПЛИС, механизмы формирования доменных структур) к целенаправленному синтезу функциональных режимов при обучении. Для резервуарных сетей установлен спектральный механизм формирования аттракторов и обнаружен альтернативный переходный механизм вычислений на метастабильных маршрутах в фазовом пространстве; сформулирован принцип вычислительного соответствия и реализован экспериментальный электронный резервуар на цепочке генераторов ФитцХью–Нагумо. Для полностью обучаемых сетей показано, что тип задачи определяет класс формируемых динамических структур — дискретные аттракторы для задач выбора, непрерывные многообразия для интеграции, кластерную организацию для многозадачности. В то же время, разные парадигмы обучения на одной и той же задаче – с подкреплением или с учителем – при сопоставимой точности приводит к качественно различным аттракторным ландшафтам: к преобладающей доле квазипериодических аттракторов в случае обучения с подкреплением по сравнению с долей неподвижных точек, которые преобладают, наоборот, в случае обучения с учителем. Эти результаты, возможно, намекают на потенциальный механизм динамически организованной рабочей памяти, необходимой для выучивания принятию решений агентом на основе временного ряда данных, и приоткрывают

механизмы формирования функциональной динамики в биологических нейронных сетях.

Считаю, что представленная диссертационная работа вносит существенный вклад в развитие радиофизики — в понимание физических принципов формирования функциональных свойств в обучаемых нелинейных сетях активных элементов. Совокупность полученных результатов составляет крупное научное достижение, открывающее или, по крайней мере, существенно расширяющее направление функционального целевого синтеза динамических систем с сетевой организацией. Автореферат излагает довольно сложный материал в ясной и доступной манере, с однозначным описанием методологии исследований, выделением ключевых идей и основных полученных результатов. Сама работа удовлетворяет всем действующим требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, а её автор Масленников Олег Владимирович заслуживает присуждения искомой степени по специальности 1.3.4 — радиофизика.

Отзыв составил:

Первый заместитель руководителя по научной работе
Курчатовского комплекса НБИКС-
природоподобных технологий
НИЦ «Курчатовский институт»,
д.ф.-м.н.

Demin_VA@nrcki.ru
+7(499)196-72-56

Дата: 16 «апреля» 2026 г.

В.А. Демин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Адрес: 123182, Россия, Москва, пл. Академика И.В. Курчатова, д.1.

Контактная информация: тел. +7 (499) 196-72-56, Demin_VA@nrcki.ru

Подпись Демина В.А. заверяю:

Заместитель директора – главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»



О.А. Алексеева