

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Илларионова Егора Александровича «Параметрическое описание процессов и явлений солнечной активности» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук 1.3.1- «Физика космоса, астрономия».

Диссертационное исследование Е.А. Илларионова посвящено решению фундаментальной проблемы современной гелиофизики — разработке новых математических, численных и аналитических подходов к параметризации сложных крупномасштабных процессов солнечной активности. Стандартные аналитические подходы сегодня теряют эффективность, поскольку не способны справиться с экспоненциальным увеличением объемов наблюдательных данных, а также со специфической неоднородностью и сложной внутренней структурой изучаемых явлений. В связи с этим автор предлагает своевременное и глубоко продуманное решение: объединить классический аппарат магнитной гидродинамики и теории случайных матриц с возможностями современных алгоритмов машинного обучения. Реализация этого междисциплинарного подхода открывает новые перспективы для качественной обработки как новейших цифровых баз данных, так и фундаментальных исторических каталогов наблюдений.

Главная научная новизна работы заключается в формировании качественно нового научно-методического направления, основанного на комплексном сквозном применении нейросетевых подходов на всех этапах исследования Солнца. Вместо изолированного использования нейросетей как «черных ящиков», автор предложил методологию, в которой машинное обучение глубоко интегрировано с фундаментальной физической теорией и историческим контекстом:

1. Теоретический уровень (Neural ODEs): На основе разработанных нейродифференциальных уравнений неизвестные аналитически компоненты (функция подавления альфа-эффекта солнечного динамо) параметризуются нейросетью непосредственно внутри численного решателя. Это позволило осуществлять прямой вывод физических свойств напрямую из наблюдательных данных, кардинально снижая вариативность оцениваемых параметров.

2. Наблюдательный уровень (Многомерная параметризация и сегментация): Сверточные нейросети типа U-Net успешно воспроизводят экспертную логику астрономов при выделении корональных дыр, обеспечивая однородность данных на больших рядах спутниковых наблюдений. Применение вариационных автоэнкодеров позволило сжать сложную геометрию групп солнечных пятен в компактный латентный вектор параметров, которые строго коррелируют со стандартными физическими свойствами (угол наклона, площадь) и отражают реальные стадии развития групп.

3. Исторический уровень (Реконструкция архивов): Специализированные сверточно-рекуррентные сети (CRNN) позволили автоматизировать оцифровку уникальных рукописных каталогов Цюрихской обсерватории с точностью 97%.

Теоретическая и практическая значимость.

Теоретическая ценность работы заключается в существенном развитии методов теории динамо средних полей и аналитического описания эволюции случайных векторных полей.

Практическая значимость не вызывает сомнений: разработанные программные комплексы и сформированные базы данных выложены в открытый доступ, интегрированы в исследовательские платформы (включая сайт observethesun.ru, который используется в том числе для представления данных синоптических наблюдений Кисловодской Горной астрономической станции) и могут быть напрямую использованы в задачах оперативного прогнозирования космической погоды. Высокий уровень апробации работы подтверждается публикацией 25 статей в ведущих рецензируемых журналах, в том числе в изданиях квартилей Q1 и Q2 и рекомендованных ВАК.

В качестве пожелания и малозначительного замечания по тексту автореферата можно отметить следующее. Из текста Главы 3 (раздел 3.3) следует, что при увеличении динамо-

числа восстанавливаемая функция альфа-эффекта становится немонотонной. Представляется целесообразным дать более подробную физическую интерпретацию этого феномена с точки зрения нелинейной динамики плазмы, что, однако, не снижает общую высокую ценность полученных выводов. Указанные замечания не снижают ценности диссертационной работы и не влияют на главные результаты диссертации

Заключение

Диссертационная работа «Параметрическое описание процессов и явлений солнечной активности» представляет собой крупное, законченное и самостоятельное научное исследование, выполненное на высочайшем теоретическом и методологическом уровне. Работа полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Илларионов Егор Александрович, безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1 – Физика космоса, астрономия.

Горная Астрономическая
станция ГАО РАН
г. Кисловодск,
ул. Гагарина, 100.
e-mail: tlatov@mail.ru
тел.: 8-87937-39404

Зав. ГАС ГАО РАН, д.ф.-м.н.
Тлатов Андрей Георгиевич

03.08.2026



Подпись Тлатова А.Г. заверяю.

*Уч. секретарь ГАО РАН
К.ф.-м.н.*

04.08.2026г.

