Отзыв

научного руководителя Д.В. Талалаева
на диссертацию Казакова Антона Александровича
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ГРАССМАНИАНЫ»
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.3 – «Геометрия и топология»

Представленная диссертационная работа занимает уникальное место в современной математике, органично объединяя три фундаментальных направления: математическую физику, теорию графов и алгебру. Работа посвящена систематическому изучению свойств циркулярных электрических сетей и их фундаментальных связей с теорией положительных Грассманианов в контексте теории Постникова.

Диссертация состоит из введения и пяти глав. В первых двух главах дается сжатое изложение классической теории электрических сетей и необходимых сведений из теории положительных Грассманианов. Часть основных результатов работы это явные конструкции вложений пространства электрических сетей Грассманианы. В третьей части диссертации излагаются сначала конструкция вложения в положительную часть $Gr(n-1,2n)$ с помощью их матриц отклика и матриц эффективных сопротивлений. Затем строится вложение электрических сетей в положительную часть Лагранжева Грассманиана $LG(n-1,2n-2)$. Каждое их этих вложений представляет отдельный интерес. Например, последнее вложение позволяет отождествить аффинный конус над Лагранжевым Грассманианом с пространством электрических сетей. Этот результат, в частности, позволяет эффективно изучать однородное координатное кольцо Лагранжева Грассманиана, удобными координатами в котором являются производящие функции рощ на электрических сетях. Понятие Лагранжевой конкордантности, введенное в этой диссертации, является одним из инструментов работы с данным координатным кольцом. Собственно все представленные вложения интересны с точки зрения связи моделей статической физики и современной геометрии. Уместно упомянуть здесь полученное Галашиным и Пилявским вложение конфигурационного пространства моделей Изинга в положительный псевдо-ортогональный Грассманиан.

Четвертая глава посвящена новым результатам в области задачи "черного ящика"для электрических сетей. Широту и важность самой задачи сложно переоценить. Одним из центральных результатов этой группы является новый нерекурсивный алгоритм решения этой задачи, использующий операции твиста, или кластерной двойственности между A и X координатами положительных Грассманианов, для матриц, описывающих вложение пространства электрических сетей в положительную часть $Gr(n-1,2n)$ из главы 3. Также в этой главе предложен элегантный алгоритм восстановления топологии сети по матрице отклика.

В пятой главе приводятся некоторые приложения полученных результатов: в том числе новый вывод формул Кениона-Вильсона, играющих важную роль в статистической физики, новый вывод формул для изменения матрицы отклика при приклеивании моста и спайка. Демонстрируется применение комбинаторной техники, полученной в третьей главе, для получения вложения Чепури-Джорджа-Шпеера, с помощью которого Теренсом строится двойственность между моделями Изинга и электрическими сетями.

Положения, выносимые А.А.Казаковым на защиту, являются новыми, обоснованными и представляют как теоретический, так и широкий прикладной интерес. Все результаты, представленные в диссертации А.А.Казаковым получены лично им или

при его непосредственном ключевом участии. Публикации по теме диссертации, помимо тезисов конференций, включают 3 статьи в рецензируемых научных журналах первого-второго квартиля, входящих в базы Web of Science и Scopus. Результаты были доложены на различных международных конференциях высокого уровня и научных семинарах: XI International Conference SOLITONS, COLLAPSES AND TURBULENCE: Achievements, Developments and Perspectives; Международная конференция «Динамика в Сибири-2024»; EUROCOMB'25: European Conference on Combinatorics, Graph Theory and Applications; BIMSA-HSE Joint Seminar on Data Analytics and Topology; Семинар международной лаборатории кластерной геометрии (ВШЭ). Помимо прочего на момент написания заключения была принята в печать в журнал «Успехи Математических Наук» работа Б.Бычкова, А.Казакова, Д.Талалаева «Современная теория электрических сетей: от матричной теоремы о деревьях до теории кластерных многообразий».

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям «Положение о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Казаков Антон Александрович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.3 – «Геометрия и топология».

В заключении хочу отметить, что по моему мнению Антон Александрович является состоявшимся самостоятельным ученым. Быть его научным руководителем было очень интересно и представляло для меня серьезный стимулирующий вызов.

Научный руководитель
доцент кафедры высшей геометрии и топологии,
Механико-математический факультета
Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова,
доктор физико-математических наук
Талалаев Дмитрий Валерьевич /Д.В. Талалаев/
Адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ, д.1, Главное здание, механико-математический факультет:
Телефон: , e-mail: dtalalaev@yandex.ru
Дата: 12.01.2026

Подпись Талалаева Д.В. заверяю
специалист по кадрам инст. Трубникова О.В.