

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.04,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 27 мая 2024 года № 28

О присуждении Ильину Антону Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Стохастический транспорт в изотропных потоках» по специальности 1.3.3. Теоретическая физика принята к защите 12 февраля 2024 года (протокол заседания № 18) диссертационным советом 24.1.262.04, созданным 18 октября 2023 года приказом № 1975/нк на базе федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), подведомственного Министерству науки и высшего образования Российской Федерации, 119991, ГСП-1, Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Ильин Антон Сергеевич, 6 февраля 1972 года рождения, работает высококвалифицированным старшим научным сотрудником в ФИАНе.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «К вопросу о происхождении сверхмассивных черных дыр. Кинетическая теория» защитил в 2005 году в диссертационном совете, созданном на базе федеральном государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН).

Диссертация выполнена в лаборатории проблем физики космоса отделения «Отдел теоретической физики им. И.Е. Тамма» ФИАН.

Официальные оппоненты:

Соколов Дмитрий Дмитриевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры математики физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова,

Кичатинов Леонид Леонидович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник института солнечной и земной физики РАН (сибирское отделение),

Петросян Аракел Саркисович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий сектором теоретических исследований «Динамика атмосфер и климат» Отдела физики планет Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук в своем положительном отзыве, составленном и подписанным доктором физико-математических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, руководителем отделения физики плазмы, атомной физики и астрофизики ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Быковым Андреем Михайловичем, кандидатом физико-математических наук, старшим сотрудником ФТИ им. А.Ф. Иоффе Уваровым Виктором Александровичем и утвержденным доктором физико-математических наук, заместителем директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Брунковым Павлом Николаевичем указала, что результаты диссертации составляют крупное научное достижение в теоретической физике, предложенный подход позволяет изучать свойства стохастического переноса в негауссовых изотропных потоках

с ненулевым временем корреляции и является очень актуальным в теории кинематического динамо и теории переноса пассивных примесей.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой научной квалификацией оппонентов и сотрудников ведущей организации, полученными ими научными результатами мирового уровня и многолетним опытом проведения научных исследований по сходной тематике.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым действующим Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а автор диссертации Ильин Антон Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 24 работы, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных Web of Science, опубликовано 24 работы. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. Il'yn, A.S., Zybin, K.P.: 2015 *Physics Letters A* 379, 650
2. Зыбин К П, Ильин А С 2016 *Успехи Физических Наук*, 186 1349–1353
3. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2016 *Journal of Statistical Physics* 163 765
4. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2017 *Journal of Statistical Physics* 166 24
5. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2017 *Physical Review E* 96 013117
6. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2018 *Europhysics Letters* 121 34002
7. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2019 *Physical Review E* 99, 052220
8. Il'yn A S, Sirota V A and Zybin K P 2019 *Physica Scripta* 94 064001

9. П'ун, А. С., Копыев, А. В., Сирота, В. А., & Зыбин, К. Р. 2021, *Physics of Fluids*, 33, 075105
10. П'ун А. С., Копыев А. В., Сирота В. А. and Зыбин К. Р. 2022 *Physical Review E* 105, 054130
11. П'ун А. С., Копыев А. В., Сирота В. А. and Зыбин К. Р. 2023 *Physical Review E* L023101
12. П'ун А. С., Копыев А. В., Сирота В. А. and Зыбин К. Р. 2020, *Physics of Fluids* 32, 125114

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Изучено явление перемежаемости в стохастических потоках, установлено аномальное поведение высших статистических моментов наблюдаемых, которое возникает благодаря появлению когерентных структур в потоке.
2. Разработаны новые методы нахождения асимптотических решений эволюционных уравнений в теориях кинематического динамо Казанцева-Крайчнана и Вайштейна-Кичатинова, сформулированы четкие условия генерации мелкомасштабного магнитного поля в турбулентной плазме.
3. Предложена некоммутативной теории больших отклонений (large deviation), позволяющая анализировать поведение решений матричных стохастических дифференциальных уравнений с мультипликативным негауссовым шумом, которые возникают в теории кинематического динамо в высокопроводящих турбулентных средах и в теории турбулентного переноса пассивных примесей в средах с малой молекулярной диффузией.
4. Изучены особенности процессов переноса в нелинейной системе «реакция-диффузия-поток», которая является обобщением известной теории Фишера-Колмогорова-Петровского-Пискунова (Фишера-КПП). Обнаружено явление динамического и стохастического

насыщения высших моментов в такой системе, возникающее из-за существования экспоненциально редких, аномальных сценариев развития флуктуаций.

5. Предложена T -неинвариантная негауссова модель турбулентного потока, являющаяся обобщением модели Казанцева-Крайчнана, вычислены характеристические показатели переноса векторных и скалярных полей.
6. Установлено энергетическое соответствие между энергией локализованных возмущений транспортируемых полей и плотности энергии изотропных безграничных флуктуаций таких полей, на его основе объяснен процесс генерации магнитного поля при больших числах Прандтля на разных этапах эволюции;
7. Изучен процесс эволюции гладких гиперповерхностей в произвольных изотропных стохастических потоках, найдена серия новых стохастических интегралов движения, существование которых напрямую связано с образованием когерентных структур.

Теоретическая значимость исследования обоснована его вкладом в теорию генерации мелкомасштабных магнитных полей в гауссовых моделях турбулентной плазмы, теорию генерации мелкомасштабных полей в реалистичных негауссовых T -неинвариантных турбулентных потоках, теорию образования когерентных структур при стохастическом транспорте векторных и скалярных (линейных и нелинейных) полей, в некоммутативную теорию больших уклонений, обобщающую обычную теорию больших уклонений (large deviation) на случай бесконечных произведений (дискретных и континуальных) случайных матриц.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается возможностью их использования при анализе процессов генерации мелкомасштабных полей в существенно негауссовых турбулентных потоках, для объяснения природы турбулентного динамо мелкомасштабных

полей при больших числах Прандтля, для более глубокого понимания сложных процессов, приводящих к генерации магнитных полей в турбулентных проводящих средах, для описания галактического, солнечного и земного магнетизма, для существенного продвижения в понимании процессов перемежаемости в случайных средах, для выявления геометрических особенностей образования когерентных структур в случайных средах, для валидации результатов численных экспериментов в теории динамо и теории пассивного транспорта скаляра.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что построенная соискателем теория основана на известных фундаментальных физических законах и дополнительных соотношениях, выполняющихся в исследуемых системах. При построении теории использовались строгие аналитические методы и физически обоснованные приближения. Показано согласие полученных результатов и предсказаний с современными экспериментальными и наблюдательными данными и результатами численного моделирования, а также сводимость результатов в частных случаях к ранее установленным теоретическим результатам.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном проведении научных исследований, построении теории исследуемых процессов и выполнении аналитических расчетов, получении результатов и их сравнении с имеющимися экспериментальными и наблюдательными данными, формулировке выводов и их апробации на научных конференциях и семинарах, подготовке и публикации научных статей по теме диссертации. Вклад соискателя во всех результатах, полученных в соавторстве, является определяющим, как при формулировке задач, так и при поиске их решения. Тексты публикаций написаны либо лично, либо при непосредственном участии соискателя.

В ходе защиты соискатель Ильин А.С. полно и аргументированно ответил на заданные вопросы, а также на замечания ведущей организации и официальных оппонентов.

На заседании 27 мая 2024 года диссертационный совет принял решение за разработку теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в теоретической физике, присудить Ильину А.С. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 11 докторов наук по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 12, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук,
член-корреспондент Российской академии наук

Арсеев Петр Иварович

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Чернышов Дмитрий Олегович

27 мая 2024 г.