

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.113.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25 января 2017 г. протокол № 1 о присуждении Илларионову Егору Александровичу учёной степени кандидата физико-математических наук. Диссертация «Количественные показатели эволюции магнитных полей на Солнце» по специальности 01.03.03 – Физика Солнца принята к защите «2» ноября 2016 протокол № 3 диссертационным советом Д 002.113.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997, ГСП-7, Москва, Профсоюзная ул. д. 84/32, приказ Министерства образования и науки № 156/нк от 01.04.2013 о создании совета.

Соискатель Илларионов Егор Александрович, 1991г. рождения. В 2013 году соискатель окончил Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова по специальности «Математика», работает в МГУ с 2013 года. Диссертация выполнена на кафедре теории вероятностей механико-математического факультета МГУ. Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Соколов Дмитрий Дмитриевич, физический факультет МГУ.

Официальные оппоненты:

1. Абраменко Валентина Изосимовна, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук, заведующий отделом Физики Солнца и Солнечной системы
2. Петросян Аракел Саркисович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук, заведующий сектором теоретических исследований

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Институт солнечно-земной физики СО РАН в своём положительном заключении (заключение составлено Демидовым Михаилом Леонидовичем, доктором физико-математических наук, заведующим лабораторией экспериментальной физики Солнца и астрофизического приборостроения), подписанном директором ИСЗФ СО РАН чл.-корр. РАН Потехиным А.П., указала, что «диссертационная работа Илларионова Е.А. «Количественные показатели эволюции магнитных полей на Солнце» представляет законченное исследование, которое можно квалифицировать как научное достижение, важное для физики Солнца. Диссертация удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Илларионов Егор Александрович, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 – физика Солнца».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ по теме диссертации общим объёмом 3.375 печатных листов. Журналы, в которых опубликованы результаты диссертации, включены в базу данных Web of Science, таким образом, одобрены ВАК для публикации результатов кандидатских диссертаций. Личный вклад соискателя состоял в совместной с соавторами постановке задач, разработки методик и проведении анализа наблюдательных данных, интерпретации наблюдений и публикации результатов. В работах по теме диссертации, где соискатель был первым автором, соискатель отвечал за взаимодействие с редакторами и рецензентами.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Tlatov A. G., **Illarionov E. A.**, Sokoloff D. D., Pipin V. V. A new dynamo pattern revealed by the tilt angle of bipolar sunspot groups // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. 2013. Vol. 432. Issue 4. P. 2975–2984.
2. **Illarionov E.**, Tlatov A., Sokoloff D. The properties of the tilts of bipolar solar regions // Solar Physics. 2015. Vol. 290. Issue 2. P. 351–361.
3. Sokoloff D., **Illarionov E. A.** Intermittency and random matrices // Journal of Plasma Physics. 2015. Vol. 81. Issue 4. P. 1–13.

4. **Marionov E.**, Sokoloff D., Arlt R., Khlystova A. Cluster analysis for pattern recognition in solar butterfly diagrams // *Astronomische Nachrichten*. 2011. Vol. 332. P. 590–596.
5. **Илларионов Е. А.** Стационарное распределение для уравнения Якоби с большим случайным параметром кривизны // *Вычислительные методы и программирование*. 2013. Т. 14. С. 38–43.
6. **Илларионов Е. А.**, Соколов Д. Д., Тутубалин В. Н. Стационарное распределение произведения матриц со случайными коэффициентами. // *Вычислительные методы и программирование*. 2012. Т. 13. С. 218–225.  
В дискуссии приняли участие... д.ф.-м.н. Шкляр Д.Р., д.ф.-м.н. Пастухов В.П., академик Зелёный Л.М.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации определился их авторитетом и компетентностью в физике Солнца, которые подтверждаются публикациями международных и российских журналах.

Диссертационный совет отмечает, что **на основании выполненных соискателем исследований:**

Предложен и реализован на модельных уравнениях метод нахождения инвариантной меры, позволяющий получать показатели роста для векторных полей, эволюция которых описывается произведением случайных матриц. В работе применен математический аппарат теории произведения случайных матриц, позволяющий рассчитывать предельные характеристики системы, не прибегая к необходимости многократного моделирования выборочных реализаций. Тем самым получена оценка значения показателя Ляпунова для модельного уравнения Якоби со случайным параметром кривизны.

Предложено применение аппарата теории произведения случайных матриц для нахождения скоростей роста статистических моментов магнитного поля в случайном поле скоростей. В работе получены оценки для показателей роста самого поля и всех старших статистических моментов в случае однородного и изотропного поля скоростей.

Наряду с изучением модельных задач получены результаты относительно характера и особенностей эволюции реальных магнитных полей, наблюдаемых на Солнце.

Предложен подход к уточнению понятия солнечного цикла на основе методов кластерного анализа и разработана процедура алгоритмического выделения циклов и волн активности на солнечных бабочка-диаграммах. Показана возможность применения алгоритма к историческим данным и подтверждена особая структура первого цикла по данным наблюдений Штаудахера.

Предложена процедура статистической обработки данных о распределении тилт-угла биполярных областей на Солнце. В частности, предложено рассматривать отдельно биполи больших и малых площадей. Показано существенное отличие свойств малых биполей в отношении тилт-угла по сравнению с большими биполями.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

Результаты изучения модельных уравнений являются ответами на давно поставленные вопросы относительно точных значений скоростей роста в присутствии явления перемежаемости. Результаты подтверждают количественные оценки этих величины, полученные ранее.

Удалось продемонстрировать возможность устойчивого разделения циклов и волн активности на солнечных бабочка-диаграммах в условиях, когда полярность пятен неизвестна. Это открывает возможности изучения структурных особенностей циклов на основе исторических данных. Важным параметром, выдаваемом алгоритмом в результате работы, является оценка скорости миграции области активного пятнообразования в цикле.

Получено согласие с предыдущими результатами относительно характера увеличения тилт-угла с широтой (закон Джоя) и продемонстрирована устойчивость выполнения этого правила при рассмотрении более мелких пространственно-временных ячеек. Не обнаружено выраженных колебаний закона Джоя в различных циклах. Получены новые результаты относительно распределения малых биполярных областей, которые ранее в основном

полагались распределенными случайным образом. Обнаружена характерная граница - порядка 300 м.д.п., ниже которой свойства биполярные начинают существенно отклоняться от свойств крупных биполей. Малые биполи приобретают тилт-угол, противоположный по знаку крупным биполям. Абсолютное значение тилт-угла, как показано, увеличивается с широтой, при этом по ходу цикла среднее по всем широтам значение также увеличивается, в противоположность крупным биполям. На измеренных значениях угла наклона и величины потока для каждой биполи дана оценка величины альфа-эффекта, как доли полоидальной компоненты поля, которая образуется вследствие тилт-угла. Полученная оценка совпадает со стандартным ожиданием и простейшей оценкой, вытекающей из порядка величины тилт-угла.

#### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Статистика распределения тилт-угла основывается на результатах алгоритмической обработки солнечных магнитограмм и выделения биполярных структур. Используются данные из различных источников - SDO/HMI, SOHO/MDI, KPVT, дающие выборку за три цикла. Методики обработки данных, как современных, так и исторических, на которых основан материал данной работы, опубликованы в ведущих научных журналах и многократно прошли апробацию, что свидетельствует о высокой степени их достоверности. Достоверность результатов анализа наблюдательных данных, представленных соискателем в работе, и обоснованность аналитических результатов по исследованию модельных уравнений подтверждена как независимым предварительным рецензированием, так и высокой степенью согласия с результатами и выводами, полученными независимыми коллективами авторов ранее.

#### **Личный вклад соискателя состоит в том, что:**

Для анализа данных соискателем был разработан комплекс новых программ и методов. Анализ полностью проведен соискателем лично. Полученные результаты неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях, были опубликованы в ведущих журналах.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, и принял решение присудить Илларионову Егору Александровичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.03.03, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени 17 против присуждения учёной степени нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета Д 002.113.03  
вице-президент РАН  
академик

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н.



Л. М. Зелёный

Т. М. Буринская