ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертацию Уртьева Федора Андреевича на тему:

«МОДЕЛИРОВАНИЕ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МЕТОДАМИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТОПОЛОГИИ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звёздная астрономия

Диссертация Ф.А.Уртьева посвящена исследованию самых мощных астрофизических взрывов при помощи современных методов теории случайных полей. Это гамма-всплески, которые являются отражением самых сильных взрывов (помимо, конечно Большого Взрыва) во вселенной, когда всего за несколько секунд выделяется энергия 10^{50}-10^{53} эрг. Во второй части работы рассматриваются солнечные вспышки, у которых энергия 10^{30}-10^{33} эрг на 20 порядков меньше, но тем не менее они являются самыми мощными взрывами в солнечной системе. Оба эти класса взрывообразных явлений вызывают в настоящее время большой интерес, поэтому актуальность выбранной Ф.А.Уртьевым темы работы не вызывает сомнений.

Диссертационная работа Ф.А.Уртьева состоит из введения, четырех глав, заключения и двух приложений, общий объем составляет 120 страниц, 33 рисунка и 2 таблицы, список литературы содержит 74 наименования.

Во введении помимо необходимых сведений о диссертации (актуальности темы, целях работы, научной новизне и т.п.) приведен хороший обзор по геометрии случайных полей.

Первая глава посвящена рассмотрению гамма-всплесков. Сначала приведен вывод интенсивности резонансного переходного излучения на магнитных неоднородностях, а затем рассмотрен ряд моделей диффузионного синхротронного излучения для случаев слабого и сильного случайного магнитного поля с целью выявить те параметры модели, которые наилучшим образом соответствуют спектральным свойствам (статистическим распределениям спектральных параметров Бэнда).

Оказалось, что режим дрожания (слабого случайного магнитного поля) не соответствует данным для низкоэнергетического спектрального индекса. В то же время в присутствии сильного случайного магнитного поля распределение параметров Бэнда достаточно хорошо воспроизводится предложенной в диссертации моделью.

По части работы о гамма-всплесках можно сделать следующие замечания.

1. Оценка полученных автором результатов сильно затруднена отсутствием необходимых для понимания экспериментальных данных. На рис 1.3 представлен пример модельных распределений параметров Бэнда, а экспериментальные распределения, с которыми их надо сравнить, отсутствуют. На рис 1.4 приводятся кросс-корреляции модельных параметров Бэнда, а для сопоставления автор отсылает читателя к рис 31 из работы 70, что крайне неудобно. Следовало бы необходимые рисунки привести.

2. Отсутствует определение функции Бэнда.

3. На стр 19 сказано, что слагаемое $5\ 3^{1/2}$ v_T/c того же порядка, что и логарифмический член в формуле 1.18. Это не так, обычно в теории асимптотических разложений величины O(1), v_T/c ln(c/ v_T) и O(v_T/c) считаются разного порядка, так как малая величина v_T/c умножается на большой логарифм.

Во второй главе приводятся необходимые сведения о топологическом анализе случайных полей, описан алгоритм топологической фильтрации и его численная реализация, рассмотрены диаграммы персистентности и метод ранговых функций.

В третьей главе разработанная методика обобщается на случай биполярных случайных полей и тщательно тестируется на примере гауссовских и логнормальных полей с заранее предписанным законом корреляции. В результате делается важный вывод о том, что фоновые случайные магнитные поля в фотосфере имеют логнормальное распределение.

И, наконец, в последней четвертой главе разработанный метод был успешно применен для прогноза солнечных вспышек. С этой целью выбирались данные HMI/SDO за период 2010-2015гг. для 37 достаточно сильных солнечных вспышек ранга больше 5.0 с использованием магнитограммы на время вспышки, а также за 12 и 24 часа до нее. Была сформирована база данных по 14 Активным Областям, причем данные по 10 АО были отнесены к обучающей выборке, а остальные 4 были оставлены для тестирования. Результаты прогноза оказались весьма оптимистичными: уже первая попытка прогноза по методу топологических дескрипторов (чисел Бетти) оказалась даже чуть лучше (скажем, коэффициент корреляции 0.61), чем сопоставимый прогноз Стенфордской обсерватории (коэффициент корреляции 0.57).

По этой части работы можно сделать следующие замечания.

1. Все изложение написано излишне формально, почти совершенно отсутствуют связи с физическим описанием (и пониманием) рассматриваемых явлений. Скажем, вполне можно было привести портрет (характеристики как функции времени) солнечной вспышки в терминах как топологических инвариантов, так и уже хорошо известных характеристик, таких как интенсивность в видимом свете (H алфа), рентгене, ультрафиолете, радиодиапазоне и т.п. Тогда бы было ясно, что резко меняется в самый момент вспышки.

2. Поведение экстремумов функции на многообразии обычно связывается с теорией Морса, который первый обратил внимание на связи между топологией и критическими точками гладкой функции, определенной на этом многообразии. В диссертации ничего о Морсе не сказано. Может следовало использовать индекс Морса вместо чисел Бетти?

3. В списке литературы статьи, опубликованные на русском языке, приведены в английской транскрипции, что очень странно выглядит, поскольку диссертация написана именно на русском языке.

Замеченные недостатки не умаляют общей высокой оценки диссертации Ф.А.Уртьева, которая является качественной научно-квалификационной работой и имеет научно-практическую ценность. Автор выполнил поставленные во введении цели, основные новые результаты, полученные в диссертации, можно сформулировать следующим образом:

1. Используя механизм диффузионного синхротронного излучения в сильных случайных полях удалось воспроизвести основные статистические свойства параметров функции Бэнда для гамма-всплесков.

2. Разработан новый метод анализа магнитограмм фотосферных магнитных полей, основанный на вычислении топологических инвариантов (чисел Бетти).

3. Используя разработанный метод топологического анализа магнитограмм предложена методика прогноза вспышечной активности.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Материалы диссертации опубликованы в 11 работах, из них 6 из списка ВАК.

Диссертация Уртьева Федора Андреевича на тему: «Моделирование астрофизических магнитных полей методами стохастической геометрии и вычислительной топологии»

соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ. Автор диссертационной работы Уртьев Федор Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 — Астрофизика и звёздная астрономия

Официальный оппонент,

Доктор физико-математических наук, профессор,

Зав. Кафедрой Физики Земли СПбГУ,

Семенов Владимир Семенович

198504 Санкт-Петербург, Петергоф,

Ульяновская ул., д.1, НИИФ,

Тел. 812 4284627, v.s.semenov@spbu.ru

28 сентября 2017 г.

ЛИЧНУЮ ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА КАДРОВ №3
Н.И. МАШЕЛА
28.09.2017

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей