

Отзыв
официального оппонента на
диссертацию
Исаевой Елены Сергеевны

СТАТИСТИКА ВСПЫШЕК В КОМПЛЕКСАХ АКТИВНОСТИ НА СОЛНЦЕ

представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.1 – физика космоса, астрономия

Настоящая работа посвящена анализу вспышечной активности в комплексах активных областей на Солнце. Само понятие комплексов появилось уже довольно давно и претерпело много вариаций и разных определений. Автор пользуется определением, принятым со времен пионерских работ Банина в Иркутске и с тех пор довольно широко известным. Согласно этому определению комплексом активных областей называется площадка на Солнце в которой не менее, чем в трех оборотах возникали группы пятен. Хотя определение границ комплекса не простая задача, но она решается с помощью современных средств, и автор успешно с ней справилась.

Однако определение границ комплексов – это только первая часть задачи. Главная цель, поставленная перед собой автором, состоит в доказательстве тезиса, что именно в комплексах активных областей вспышечная активность усилена. Строго говоря этот результат можно было ожидать с теоретической точки зрения, опытные наблюдатели также интуитивно используют эту связь при анализе солнечной активности. Однако строгого статистического доказательства этого признака до сих пор не было и в этом заслуга диссертанта. Более того, как уже говорилось, сам комплекс неоднороден, в нем есть ядро, боковые ветви, есть группы не входящие в комплекс, комплекс может соседствовать с другими объектами и, в частности, с корональными дырами. Анализ всех этих вариантов в совокупности в рамках одного методически однородного исследования выполнен впервые и это существенно расширяет применение найденного признака.

Сама по себе постановка этой задачи чрезвычайно актуальна. Сегодня трудно назвать проблему в физике Солнца, которая была бы безразлично к связи крупномасштабной структуры магнитного поля на Солнце и локальных полей в целом и нестационарных процессов, в частности. С прикладной точки зрения актуальность работы связана с необходимостью уточнения физических механизмов и повышения качества прогноза сильных солнечных вспышек. Потребность в таких прогнозах чрезвычайно высока во многих направлениях народного хозяйства и обороны страны. Любое улучшение качества прогноза является важным и актуальным вкладом в эти работы.

По совокупности выполненных исследований можно отметить, что в диссертации впервые идентифицированы КА в 24 цикле солнечной активности в соответствии с оригинальным алгоритмом, составлен каталог, создана база данных, вычислен вспышечный индекс для всех активных областей, входящих в состав КА. Установлено, что значительная часть (более 80%) сильных солнечных вспышек разных типов наблюдается в активных областях, развивающихся в составе КА. Выделен редкий класс особых активных областей, развивающихся вне КА, которые, тем не менее, отличаются повышенной вспышечной активностью. Показано, что такие образования связаны с немногочисленной популяцией короткоживущих КА. Показано, что все КА, где происходили сильные протонные вспышки, а также гамма-вспышки, находились рядом с корональными дырами. Установлено, что индекс «мощность КА» монотонно снижается от 21 к 24 циклу солнечной активности.

Автор не пользуется современными способами оценки статистической достоверности, что можно было бы поставить ей в упрек. Однако, в большинстве случаев найденные ею статистические связи настолько хорошо выделены, что применение строгих формул оценки на языке «трех сигм» только украсило бы работу, но не изменило бы основные выводы. Таким образом, можно утверждать, что все выводы диссертантки обоснованы и достоверны. К тому же они подкреплены ясным пониманием физической основы полученных связей.

Следует отметить важное обстоятельство. Значительная часть экспериментального материала получена непосредственно диссертанткой на телескопе Астрономической Обсерватории ИГУ. Материалы были получены, обработаны и представлены в виде общедоступного каталога, который несомненно будет пользоваться большим спросом.

Для идентификации КА применено важное их свойство: ядра КА вращаются с кэррингтоновской скоростью, т.е. не смещаются со временем (или смещаются незначительно) в кэррингтоновской системе координат. На основании ежедневных снимков фотосферы, выполненных на солнечном телескопе астрономической обсерватории ИГУ, были построены синоптические карты для каждого кэррингтоновского оборота. Кроме того, автором была составлена таблица (каталог) ежедневных наблюдений пятен в течение всего 24 солнечного цикла, включающая в себя гелиографические координаты групп пятен, площади групп пятен и самого крупного пятна группы, тип группы пятен по Цюрихской классификации, ее номер согласно номенклатуре NOAA США. Специальная авторская программа позволила выделить случаи, когда пятна оказывались на одних и тех же кэррингтоновских координатах в трех последовательных синоптических подряд. Выделенные случаи просматривались на картах глазомерно, и принималось окончательное решение об идентификации ядра КА.

Интересно следующее наблюдение. Неоднократно отмечалось расположение двух (иногда более) АО на практически одной и той же долготе, но на разных широтах в одном и том же полушарии, на расстоянии 5 – 10

гелиографических градусов друг от друга. Такие случаи преобладали в ядрах КА, иногда (реже) – в ветвях КА. Такие случаи (иногда по нескольку раз, т.е. на разных оборотах) наблюдались в 44 ядрах КА 21 цикла из 123 (36%).

При анализе вспышечной активности, показано, что из 234 вспышечно-активных АО 179 (76%) имеют отношение к КА. В том числе 67 % произошли в АО, находившихся в ядрах КА и 9% — в АО, составляющих ветви КА. Почти четверть (24%) вспышечных АО не имеют отношения к КА. Это преобладание вспышек в ядрах КА еще усиливается при анализе мощных вспышек, 87% LDE-вспышек рентгеновских классов М и Х наблюдались в КА.

Отдельно изучены, аномальные области - то есть области с большим вспышечным индексом, но не входящие в КА. Показано, что они характеризуются самой большой продолжительностью жизни. Таким образом, можно сделать вывод, что аномальные активные области быстро, но долго наращивают площадь, достигают значительных площадей и долго существуют. Этого следовало ожидать, и это подтверждено измерениями.

К сожалению, у меня есть ряд претензий к оформлению работы и представлению результатов. Прежде всего, все графики построены в функции номера кэррингтоновского оборота, к тому же от некоего номера, соответствующего началу цикла. Нормальное чтение для людей, привыкших отмечать даты основных фаз цикла в нормальных календарных датах, чрезвычайно затруднено. Так на стр.47 написано «Из рисунка (2.1) видно, что количество КА модулировано общим ходом 11-летнего цикла, что естественно – АО, входящие в состав КА, являются частью общей популяции групп пятен на Солнце». Однако если бы автор поостригла тот же рисунок в нормальных календарных датах, а еще лучше нанесла на тот же рисунок кривую числа пятен, было бы видно, что это совершенно разные кривые. Это несовпадение очень важное явление, поскольку указывает на фундаментальный вывод, который, по существу, содержится в диссертации, хотя и прямо в этих словах в этом месте не формулируется – комплексы активности и общее число солнечных пятен отражают две стороны пятнообразовательного процесса, разделенные по-видимому по глубине. В дальнейшем написано, что «Как указано выше, в настоящей диссертационной работе автор проверяет гипотезу, связывающую уровень вспышечной активности групп пятен с их принадлежностью или же не принадлежностью к комплексам активности (далее – КА). Неподверженность ядер КА дифференциальному вращению позволила предположить, что эти структуры связаны с глубинными слоями конвективной зоны, для которых характерна ослабленная (по сравнению с поверхностными слоями) дифференциальность, а скорость вращения близка к кэррингтоновской».

Второе существенное неудобство состоит в том, что все ссылки даны цифрами. При публикации небольших статей это можно допустить, но в диссертации это приводит к огромному неудобству, особенно для оппонентов, которые должны сверять ссылки со списком. Более того, в результате выявляются неточности, допущенные автором. Так например, фраза на стр 103,

«Гипотеза,была выдвинута в работе [96], развита в последующих работах [101;52;92]» на поверку выглядит странно - работы [52 и 92] более ранние чем [96]. Часто ссылки даются на более поздние работы, Утверждение, о том, что Солнце вступает в период низкой активности содержится отнюдь не только в работе [20], есть десятки работ, как более ранних, так и более поздних. Сопоставление комплексов активности с корональными дырами также показано в ряде нецитированных работ, в том числе в нескольких работах оппонента.

Более мелкие замечания

- на стр.41 на Рис.1.18 показана ситуация в полярных зонах. Что это такое и откуда взято, не объясняется.

- на стр. 47 утверждается наличие 15-оборотной квазипериодичности. Это не доказано.

- на стр. 49 снова утверждается наличие 15-оборотной квазипериодичности теперь уже в асимметрии. Снова доказательства этого числа отсутствуют, скорее видно квазихаотическое переключение режимов.

- на стр. 52 неудачная фраза «постепенно становится все больше короткоживущих КА, существующих не более трех кэррингтоновских оборотов подряд». Таких КА по принятому автором определению просто не существует.

- на стр 53. Написано «Чередование более высоких и более низких значений ряда параметров КА, что может быть связано с проявлением правила Гневышева-Оля, как правило, выводимого по числам Вольфа». Такое сопоставление встречается и дальше. Мне кажется, что это крайне неудачно, потому, что в правиле ГО говорится о чередовании мощности цикла целиком, проинтегрированное по всему циклу, а не чередование отдельных значений

- на стр. 89 дана неверная ссылка. Обсерватория WSO не дает указанных данных. Ссылка [26] указана правильно.

- на стр. 102 упоминается цюрихская классификация, а затем дельта-конфигурация. Здесь может возникнуть неясность, поскольку дельта конфигурация является частью не цюрихской, а магнитной маунт-вилсоновской классификации.

Указанные погрешности, хотя и затрудняют чтение и вызывают справедливое неудовольствие оппонента, не меняют общего положительного отношения к диссертации в целом. Все полученные автором результаты несомненно важны, обоснованы и будут в дальнейшем использоваться всеми специалистами по физике солнечной активности. Результаты связи комплексов активности со вспышками и корональными дырами имеют прямое прогностическое значение. В целом работа полностью соответствует требованиям,

предъявляемым к диссертациям (пункты 9- 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук.

Содержание диссертации полностью опубликовано в изданиях из списка ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Сведения об официальном оппоненте

Обридко Владимир Нухимович

Шифр и наименование специальности, по которой защищена диссертация:
01.03.02 Астрофизика

Ученая степень, ученое звание: Доктор физико-математических наук, профессор.

Место работы, подразделение и должность: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук, Отдел физики Солнца и солнечно-земных связей, Главный научный сотрудник.

Индекс, почтовый адрес места работы: 108840, Россия, г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе, д. 4, ИЗМИРАН Телефон, e-mail, рабочий телефон: +7-49-8510926(с), obridko@izmiran.ru, +7- 916-3260103 (моб)

В.Н.Обридко

