

ОТЗЫВ

официального оппонента Филиппова Бориса Петровича на диссертацию Боровика Александра Васильевича на тему «Солнечные вспышки малой мощности в линии $H\alpha$ », представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия».

Диссертация А.В. Боровика посвящена изучению одного из основных явлений солнечной активности – солнечных вспышек. Впервые обнаруженные более чем полтора века назад, солнечные вспышки привлекали пристальное внимание исследователей как самое яркое и энергичное проявление солнечного непостоянства, которое происходит внезапно и трудно предсказуемо. Уже самое первое наблюдение вспышки породило догадку о тесной связи этого явления на Солнце с возмущениями геомагнитного поля. Хотя развитие инструментальной базы для исследования Солнца, особенно внеатмосферная астрономия, показали, что существуют другие более геоэффективные явления солнечной активности, солнечные вспышки (в узком значении термина, как внезапные возрастания яркости небольших участков солнечной хромосферы, а и иногда и фотосферы) остаются важным фактором космической погоды, доступным для наблюдений с поверхности Земли.

Работа А.В. Боровика подводит итог его многолетней деятельности по наблюдениям солнечной хромосферы в линии $H\alpha$, совершенствованию инструментов и аппаратуры для наблюдений, статистической обработке результатов собственных наблюдений и данных, содержащихся в доступных международных каталогах солнечной активности. Работа эта, своевременная и актуальная, послужит материалом для теоретического анализа и моделирования вспышечных процессов.

Автор сосредотачивается на маломощных событиях, как наиболее многочисленных и частых, к изучению которых можно применить статистические методы. Он полагает, что вспышки малой мощности происходят в более про-

стных структурах магнитного поля, что дает надежду определить основополагающие факторы, ведущие к созданию условий для внезапного высвобождения магнитной энергии, и найти признаки предвспышечной ситуации. Справедливости ради следует отметить, что существует и иная точка зрения, заключающаяся в том, что в наиболее мощных событиях можно будет обнаружить признаки основного механизма энерговыделения и главные проявления процесса. Какой подход окажется плодотворнее, покажут дальнейшие исследования.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и семи приложений.

Во введении определены предмет и цель исследований, актуальность проблемы. Приведены основные положения, выносимые на защиту, оценена их практическая и научная значимость.

В первой главе автор описывает известные классификации вспышек, типичные фазы развития вспышек, модели, предложенные для объяснения источника энергии и комплекса явлений, составляющих и сопровождающих вспышечное событие. Особое внимание уделяется вспышкам малой мощности и внепятенным вспышкам, которые в дальнейшем подробно анализируются в диссертации.

Вторая глава содержит результаты статистических исследований вспышек по данным из различных источников, доступных в настоящее время. Отмечается, что вспышки малой мощности составляют более 90% всех вспышек, происходящих на Солнце, поэтому их статистические распределения наиболее достоверны. При этом подчеркивается, что, несмотря на малую площадь, такие вспышки иногда могут иметь в оптическом диапазоне энергию, сопоставимую с энергией крупных вспышек, и сопровождаться рентгеновским излучением достаточно высоких классов. Рассмотрены характеристики вспышек различных типов на основе сформированной базы данных, содержащей около ста тысяч событий, и проанализировано их сходство и различие с результатами других авторов.

В третьей главе исследуется пространственное распределение вспышек малой мощности по поверхности Солнца. Обнаружено, что в областях хромосферы, где развиваются крупные солнечные вспышки, малые вспышки практически не встречаются, а также показано, что возрастание частоты вспышек малой мощности перед крупными мощными вспышками, выдвинутое ранее в качестве средства прогноза [Dodson, Hedeman, 1976], не подтверждается. Более того, перед крупными вспышками активность малых вспышек снижается или совсем прекращается.

В четвертой главе описываются инструменты, условия наблюдений и методики обработки изображений солнечной хромосферы в Байкальской астрофизической обсерватории, в разработке которых автор принимал непосредственное активное участие. На основании проведенных наблюдений исследована связь малых вспышек со структурой и изменениями магнитного поля в активных областях, выявлены высокие значения градиента магнитного поля, которые отличаются от найденных градиентов поля перед мощными вспышками немногим более чем в два раза. Это позволяет автору высказать предположение о подобии механизмов вспышек разной мощности.

Пятая глава посвящена исследованию вспышек в спокойных областях Солнца, так называемых внепятенных вспышек. Показано, что внепятенные вспышки, как и вспышки в группах пятен, возникают на границах хромосферной сетки недалеко от магнитных холмов с растущей напряженностью поля. Началу вспышек предшествует активизация хромосферных структур, среди которых обнаружены неизвестные ранее вихревые S-образные структуры, ленточные темные ячейки и каналы, пульсации интенсивности темных узлов.

В целом, диссертация А.В. Боровика производит впечатление серьезного и зрелого исследования, выполненного на высоком научном уровне. В ней использован и обобщен огромный материал наблюдений Солнца в линии H α . Выводы, сделанные в диссертации, обоснованны и их достоверность подтверждается большим объемом наблюдательного материала, обеспечивающим статистическую значимость. Новизна результатов заключается в полноте использо-

ванной базы данных о вспышках, найденных корреляциях в профилях излучения малых вспышек в линии $H\alpha$ и их соотношении с профилями рентгеновского излучения, установлении зависимости вероятности крупной вспышки от частоты малых вспышек. Каждое из положений, выносимых на защиту, базируется на тщательном анализе большого наблюдательного материала с применением специально разработанных методик и алгоритмов и не вызывает возражений.

Диссертация написана хорошим литературным языком, хорошо оформлена, с цветными иллюстрациями. Конечно, есть небольшое число опечаток и неточностей, например, на стр. 25 – «...магнитное поле ниже конвективной зоны...»; на стр. 27 – «...выбросу корональным масс...»; в столбце FIII таблицы 2.3 сумма меньше, чем одно из слагаемых; в подписях к рис. 1.8, 1.11, 1.12 отсутствуют ссылки, откуда заимствованы рисунки; на стр. 82 попущена буква e в обозначении медианы M_e ; на стр. 95 вместо таблицы 2.19 указана таблица 2.24; на стр. 111 – «большое пятно с симметричной полутенью (класс K)» – вероятно, должен быть класс H; на стр. 1231 – «В 5 из 47 случаев...» – вероятно, должно быть из 37 и др.

Некоторые формулировки не вполне точны и адекватны.

Так, утверждение, что «вместо магнитного жгута над ЛРП располагаются хромосферные структуры типа протуберанцев» (стр. 222), противопоставляет магнитный жгут, представляющий недоступный прямым наблюдения магнитный «каркас» протуберанца, и наполняющее его вещество, представляющее наблюдаемый протуберанец. На самом деле они составляют единый физический объект.

Используется странные непонятные термины вроде «поток фибрилл» (стр. 167) или «волна отрыва эруптивного волокна» (стр. 224).

Линия раздела полярностей (ЛРП) – геометрическая линии на поверхности фотосферы – объявляется на стр. 233 «сложной электромагнитной системой».

Эти и некоторые другие досадные «помарки», конечно, не снижают научной ценности работы.

Основные результаты работы опубликованы в российских и международных научных журналах, обсуждались на многих крупных всероссийских и международных конференциях. Автореферат соответствует содержанию диссертации и достаточно полно его отражает.

Считаю, что диссертация А.В. Боровика «Солнечные вспышки малой мощности в линии $H\alpha$ » является цельной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям согласно пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Боровик Александр Васильевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1 — «Физика космоса, астрономия».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук

05.09.2024 Б.П. Филиппов

Филиппов Борис Петрович, доктор физико-математических наук.

Диссертация защищена по специальности 01.03.03 «Гелиофизика и физика солнечной системы».

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН, отдел физики Солнца и солнечно-земных связей.

Главный научный сотрудник.

Почтовый адрес места работы: 108840, г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе, 4.

Телефон: 495-851-32-97

e-mail: bfilip@izmiran.ru

Подпись Б.П. Филиппова заверяю

Ученый секретарь ИЗМИРАН,

канд. физ.-мат. наук

