

Отзыв на Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
Боровика Александра Васильевича

**СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ МАЛОЙ
МОЩНОСТИ В ЛИНИИ $H\alpha$**

По специальности 1.3.1 – Физика космоса, астрономия

Со времени начала наблюдений Солнца естественное внимание привлекали объекты достаточно крупных размеров, пятна и большие волокна. Это определялось тем, что качество наблюдения было относительно невысоким, разрешение низкое, зачастую наблюдение проводилось вообще невооруженным глазом. Постепенно это ограничение перешло и на наблюдения вспышек, основной интерес вызывали вспышки наиболее крупные. Именно крупные вспышки считались наиболее опасными для жизни на Земле и, в частности, для полётов космонавтов. Широко распространенным было понятие протонные вспышки. Считалось, что не все вспышки приводят к выбросу протонов, а только самые мощные. Поэтому при появлении мощной вспышки в оптическом диапазоне проводились специальные координированные наблюдения. Была даже большая международная программа, объединявшая усилия ученых многих стран (Proton Flare Project).

Это относится и к наблюдениям магнитного поля поскольку до самого последнего времени наиболее эффективное наше знание о магнитном поле Солнца опиралось на наблюдения с разрешением всего лишь 3 минуты дуги. В последнее время стало известно, что отдельные элементы даже в минимуме солнечной активности могут быть исчезающе малыми с характерными размерами буквально около 100 км, но с магнитным полем сравнимым по величине с магнитным полем в солнечных пятнах. Кроме того, стало ясно, что одним из механизмов нагрева короны (может быть, даже наиболее эффективным) является выделение энергии так называемых нановспышек, то

есть очень слабых и малых вспышек и именно они определяют собой наиболее яркие области короны во всяком случае в экваториальной зоне.

К сожалению, возможно по этим причинам развивалась в основном теория динамо среднего поля.

В последние 10 лет качество наблюдений существенно улучшилось, однако малыми вспышками по-прежнему занимались мало. Именно этим определяется актуальность рецензируемой диссертации, которая посвящена как раз малым вспышкам, которые на протяжении многих лет фактически ускользали от внимания исследователей. Малые вспышки создавали некий общий фон, но вопрос об их значимости для структуры и эволюции солнечной активности как-то почти не обсуждался. В настоящей работе проделан огромный труд по систематизации малых вспышек на протяжении почти 50 лет вплоть до самого последнего времени, это составило каталог из 120000 наблюдений что само по себе представляет огромную ценность. Их доля от общего числа вспышек на Солнце составляет более 90%. Анализ этого материала привёл автора к ряду очень интересных далеко идущих выводов, без которых наше понимание проблемы и механизмов солнечной активности будет неполным.

В частности, среди интересных выводов диссертации можно обратить внимание на следующее. Малые вспышки являются малыми только с точки зрения наблюдения в линии $H\alpha$, они по энергии иногда не уступают так называемым мощным вспышкам и дают значимый вклад в протонный и рентгеновский потоки. Более того, именно с малыми вспышками связаны корональные выбросы массы, которые являются наиболее частыми причинами магнитных бурь.

Кроме того интересно, что за несколько десятков минут или часов до мощных вспышек малые вспышки перестают появляться. Это интересное явление когда-то очень давно замечал и автор этого отзыва и называл это затиханием, замиранием перед мощной вспышкой. Подтвердить это статистически тогда было невозможно, данных было мало, но теперь этот результат получен и представляет собой большой интерес с точки зрения теории солнечных вспышек. Действительно, не исключено, что накапливаемая энергия перед мощной вспышкой перестаёт расходоваться на малые вспышки отдельными малыми порциями, пока не

наступает мощный взрыв, приводящий к возникновению мощных корпускулярного и рентгеновского излучений.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что вспышки малой мощности с точки зрения особенностей развития в линии $H\alpha$ не отличаются от крупных солнечных вспышек. Они, как и мощные вспышки, возникают вблизи ЛРП, сопровождаются активизациями и исчезновением волокон, могут иметь взрывной характер развития, сопровождаться неоднократными всплесками интенсивности. Среди малых вспышек встречаются вспышки, покрывающие тени солнечных пятен, двухленточные и белые вспышки.

Обнаружено, что вспышки малой мощности возникают вблизи локальных короткоживущих мелкомасштабных линий раздела полярности магнитного поля (ЛЛРП). Это приводит на отдельных участках ЛЛРП в области МВ к сдвиговым напряжениям магнитного поля и росту градиента поля до значений 1.3-1.5 Гс/км. Аналогичное явление было обнаружено для крупных мощных вспышек. Градиент магнитного поля на отдельном участке главной ЛРП в этом случае достигал значения 3-3.5 Гс/км. Это отличие принципиально важно и нуждается в дополнительном подтверждении с помощью наблюдений с высоким разрешением. Достоверность этого количественного результата сомнительна, поскольку опирается на небольшое количество исследованных вспышек при высоком разрешении по магнитному полю (мощная вспышка всего одна).

Для вспышек малой мощности обнаружена высокая корреляционная зависимость между временем подъема яркости к максимуму и продолжительностью. Следует специально уточнить, играет ли роль время подъема или скорость нарастания яркости.

Результаты работы опубликованы в 27 работах, входящих в список ВАК, докладывались на многих конференциях, в том числе на семинаре в ИЗМИРАН.

В целом диссертация полностью соответствует критериям, установленным п.9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного

постановлением правительства РФ №842 от 24.09.2013 г., по специальности 1.3.1. «Физика космоса, астрономия», а ее автор Боровик Александр Васильевича заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Главный научный сотрудник ИЗМИРАН
Доктор физико-математических наук
Профессор
В.Н. Обридко

Обридко Владимир Нухимович,
Доктор физико-математических наук (специальность «Физика Солнца»)
Профессор

Тел. 8-916 326 0107, obridko@mail.ru

Главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН)
108840 г. Москва, г. Троицк, Калужское шоссе 4, ИЗМИРАН.

