

Утверждаю
Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Главная
(Пулковская) астрономическая обсерватория
Российской академии наук (ГАО РАН)
доктор физ.-мат. наук



Н. Р. Ихсанов

Н. Р. Ихсанов

« 29 » апреля 2019 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук
на диссертацию А. И. Хлыстовой «Течения плазмы при появлении активных областей в
фотосфере Солнца», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.03.03 — «Физика Солнца»

Диссертация А. И. Хлыстовой посвящена исследованию течений плазмы при появлении активных областей фотосфере Солнца. Процесс образования активных областей берет начало в солнечных недрах. В настоящее время наиболее распространена точка зрения, согласно которой из сильных тороидальных магнитных полей, расположенных в тахоклине, формируются и поднимаются к поверхности Ω -образные петли. Изучать состояние магнитных полей в подфотосферных слоях позволяют методы локальной гелиосейсмологии. Однако из-за низкого пространственного разрешения локальная гелиосейсмология в настоящее время регистрирует лишь магнитные потоки больших активных областей. Информацию о состоянии магнитных полей в недрах Солнца могут дать выходящие в атмосферу Солнца магнитные потоки. В связи с этим исследование начальной стадии формирования активных областей представляется важным. С развитием активных областей связаны многие аспекты солнечной активности. Во-первых, процесс выхода магнитного потока активных областей является важным звеном в циклическом изменении солнечной активности. Во-вторых, активные области являются источником экстремальных событий, таких как вспышки и корональные выбросы массы, которые напрямую влияют на состояние межпланетного пространства. Поэтому исследование процесса возникновения активных областей, которому посвящена диссертационная работа А. И. Хлыстовой, является актуальным.

Диссертация состоит из введения, трех основных глав, заключения, списка литературы и приложения.

В первой главе затронут широкий круг вопросов, связанных с формированием активных областей. В общих чертах изложены теоретические аспекты образования активных областей. Приведены результаты исследований течений плазмы, наблюдаемых на стадии развития активных областей в разных слоях Солнца.

Во второй главе кратко описаны принципы получения доплерограмм, магнитограмм и яркости континуума по данным SOHO/MDI. Особое внимание уделено процессу обработки используемых данных. В частности, автор детально описывает составляющие измеряемого сигнала доплеровской скорости и методик выделения скоростей фотосферных течений плазмы. В конце главы дана характеристика исследуемых активных областей и описаны критерии их выбора.

В третьей главе представлены результаты исследования фотосферных течений плазмы на начальной стадии образования активных областей. Для эфемерных, малых и больших активных областей получены центрo-лимбовые зависимости отрицательных доплеровских скоростей. Зависимости показывают, что при выходе магнитного потока в фотосфере Солнца скорости горизонтального растекания плазмы в 2-3 раза больше скоростей вертикального подъема. Также установлено, что скорости горизонтальных течений плазмы имеют квадратичную зависимость от скорости роста и линейную от плотности выходящих магнитных потоков. Изучены горизонтальные течения плазмы в четырех активных областях, возникающих вблизи лимба. Найдено, что выход магнитного потока активных областей приводит к формированию горизонтальных расходящихся течений плазмы. Предполагается, что основной причиной наблюдаемых течений является горизонтальный градиент газового давления. Исследован сильный подъем фотосферной плазмы, предшествующий появлению большой и малых активных областей. Схожие параметры восходящих течений на ранней фазе формирования активных областей разных пространственных масштабов объясняется выходом элементарных магнитных потоков со схожими первоначальными свойствами. Для интерпретации возникающего подъема плазмы использованы результаты идеализированной МГД-модели.

Диссертационная работа представляет собой цельное и самостоятельное исследование. Результаты работы базируются на большом наблюдательном материале. Основные научные выводы достаточно аргументированы и являются новыми.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. с. 49. При вычислении магнитного потока Φ величина $(R/R_0)^2$ вынесена за знак суммы. Возможно это описка, так как это может приводить к ошибкам вблизи лимба.

2. с.49. Средние значения скоростей V_{mean} тоже лучше считать с учетом скорректированной площади пикселей.
3. С. 49. Величины L_1 , L_2 , используемые при вычислении скорости, на этой странице не определены. Их определение дается только на стр. 53.
4. с.50-51 Ф.2.10. $1/\cos(q)$ “ q_i — гелиоцентрический угол i -го пикселя, градусы”. Здесь описка, это не градусы.
5. с.55 Таблица 4. Порог $4.07 \cdot 10^{20}$ для эфемерных областей? Ранее, на с. 11, говорилось о пороге 10^{20} Мкс. Почему такая странная величина 4.07?
6. На стр. 43 приводится описание методики. В частности, корректировки доплерограмм за счет дифференциального вращения и других эффектов. Но эта методика не подходит для вычислений параметров вблизи лимба при гелиоцентрическом угле более 50 градусов. Вероятно, автор использовала другую методику, но она в работе не приведена.

Перечисленные недостатки не снижают научной значимости работы А. И. Хлыстовой. Диссертация представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. Полученные результаты являются новыми. Особое значение имеют полученные зависимости максимальных скоростей в зависимости от расстояний от центра Солнца, а именно максимум на удалении $\sim 50^\circ$ гелиоцентрического угла от центра Солнца. Первоначально этот результат вызвал у меня сомнения. Ведь мы ожидаем максимум горизонтальных скоростей у лимба Солнца. Я провел собственные расчеты, которые в точности подтвердили этот результат автора. Полученный результат следует развивать. В частности, этот эффект можно использовать для воссоздания вектора скоростей в солнечных пятнах. Их достоверность подтверждается использованием надежных наблюдательных данных и применением современных методов их анализа, а также сопоставлением полученных результатов с теоретическими моделями. Результаты диссертации опубликованы в ведущих международных журналах, что подтверждает их высокий уровень. Содержание работы отражено в публикациях автора. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в научных учреждениях, занимающихся исследованием физических процессов на Солнце: ИСЗФ СО РАН, ГАО РАН, ИЗМИРАН, КраО.

Диссертация «Течения плазмы при появлении активных областей в фотосфере Солнца» полностью удовлетворяет требованиям ВАК, а ее автор А. И. Хлыстова заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 — «Физика Солнца».

Отзыв составлен главным научным сотрудником, и.о. заведующего Горной

астрономической станцией ГАО РАН (Кисловодск), доктором физико-математических наук Андреем Георгиевичем Тлатовым:



Адрес: 357700, г. Кисловодск, ул. Гагарина 100, п/я 145. Тел.: +7(87937)31088, e-mail: tlatov@mail.ru

Отзыв заслушан и одобрен на Объединенном семинаре научных подразделений ГАО РАН (протокол № 16 от 29 апреля 2019 г.).

Секретарь семинара



Ю.К. Ананьевская

«29» апреля 2019 г.