

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе

Киселёва Валентина Игоревича

**«Свойства солнечных событий – источников околоземных протонных
возрастаний»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.03.03 – физика Солнца

Тема работы В.И. Киселёва связана с одной из самых спорных проблем солнечной физики, имеющей существенное прикладное значение – происхождением ускоренных в солнечных событиях потоков протонов, регистрируемых на орбите Земли, а в редких случаях и на её поверхности по проявлениям вторичных нейтронов. Трудности решения этой проблемы вызваны тем, что возможности обнаружения протонов ограничены. Следы ускоренных протонов на Солнце выявляются лишь по дискретным линиям γ -излучения, возникающим при их взаимодействии с плотной средой. Не имея данных об источнике ускоренных протонов, трудно понять, связан ли он со вспышечными процессами или с ударными волнами, возбуждаемыми быстрыми корональными выбросами (КВМ), что и составляет предмет разногласий. Не располагая прямыми указаниями, исследователи вынуждены привлекать косвенные признаки в рамках гипотез, правомерность которых не всегда установлена. Ещё в 1980-х гг. в ИЗМИРАН и НИРФИ успешно разрабатывались методики диагностики протонных событий по наблюдаемому микроволновому излучению вспышек. Но этот подход критикуется сторонниками ударно-волновой гипотезы, приписывающими такие закономерности «синдрому большой вспышки» – корреляции в больших событиях между всевозможными проявлениями энерговыделения независимо от наличия физической связи между ними.

Альтернативные взгляды на источники протонных событий оформились несколько десятилетий назад при ограниченных возможностях наблюдений, и базовые гипотезы были в значительной мере умозрительными. В настоящее время подходы к решению проблемы происхождения солнечных ускоренных протонов естественно искать в богатом наблюдательном материале. Не претендуя на решение этой сложной проблемы, работа В.И. Киселёва направлена на выяснение из наблюдений важных для достижения этой цели вопросов. Среди них – правомерность гипотез о сценарии возбуждения ударной волны, выявление особенностей протонно-продуктивных солнечных событий и влияющих факторов, исследование диагностического потенциала микроволновых наблюдений. При очевидности подхода его реализация требует тщательного и трудоёмкого анализа больших объёмов разнородных данных, иногда на пределе инструментальных возможностей. Для решения этих задач необходимы эффективные средства и методы.

В.И. Киселёв начал знакомиться с солнечными исследованиями в 2011 г., будучи студентом-дипломником, не имея достаточных знаний и опыта работы с солнечными данными. Освоив работу с данными на языке IDL, он принял участие в разработке методов измерений и стал сам проводить их. Успешные результаты работы позволили ему поступить в аспирантуру ИСЗФ СО РАН, где он обучался три года с 2012 г. по 2015 г. В ходе исследований вскрывались новые обстоятельства, анализ которых привёл к не планировавшимся важным результатам. Это относится, например, к выводу о

соответствии источников нетеплового и теплового вспышечного излучения, являющемуся ключевым для интерпретации наблюдений на радиогелиографах. Статистический анализ соотношений между микроволновыми всплесками и протонными событиями также привёл к существенным новым результатам. Отмечу выявленную степенную зависимость между флюенсами, т.е. проинтегрированными по времени потоками, мощных всплесков на частоте 35 ГГц, и флюенсами протонов > 100 МэВ, сохраняющуюся в диапазоне трёх порядков величины для микроволн и пяти порядков для протонов при коэффициенте корреляции между их логарифмами около 0,9. Этот результат, не вписывающийся в рамки «синдрома большой вспышки», считаю решающим для преодоления этой концепции, три десятилетия тормозившей развитие микроволновой диагностики протонных событий.

За время работы В.И. Киселёв освоил анализ разнообразных данных, внёс вклад в развитие методов измерений различных наблюдательных характеристик, что позволило получить значимые результаты. Отмечу его увлечённость и энтузиазм при работе с данными, последовательность в преодолении недостатков. Представленные в диссертации методические разработки и физические результаты проясняют направления дальнейших исследований по затронутым вопросам. В итоге считаю В.И. Киселёва сформировавшимся исследователем, способным к самостоятельной научной работе.

Диссертация представляет собой законченный научный труд. Положения, вынесенные на защиту, принадлежат диссертанту, обоснованы и прошли апробацию через публикации и доклады на отечественных и международных конференциях. Список цитируемой литературы достаточно обширен и отражает современное состояние этой области исследований. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Содержание и оформление диссертации «Свойства солнечных событий – источников околоземных протонных возрастаний» соответствует правилам ВАК, а её автор – Киселёв Валентин Игоревич – заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 – физика Солнца.

Научный руководитель
главный научный сотрудник ИСЗФ СО РАН,
д.ф.-м. н.

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 126А,
Институт солнечно-земной физики СО РАН
Тел.: (3952)564574. E-mail: grechnev@iszf.irk.ru

Подпись г.н.с. Гречнева В.В. удостоверяю.
Учёный секретарь ИСЗФ СО РАН



В.В. Гречнев

27.11.2017

И.И. Салахутдинова