

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.197.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 15 октября 2024 г. № 10

О присуждении Боровику Александру Васильевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Солнечные вспышки малой мощности в линии Na» по специальности 1.3.1 (Физика космоса, астрономия) принята к защите 21 мая 2024 г. (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.1.197.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126А, а/я 291, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 91нк от 26 января 2023 г.

Соискатель Боровик Александр Васильевич, 26 ноября 1953 года рождения, защитил диссертацию «Структура и развитие малых солнечных вспышек» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 – Гелиофизика и физика солнечной системы 24 апреля 1996 г. в диссертационном совете Д 003.24.01, созданном на базе Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук. В настоящее время Боровик А.В. работает в должности старшего научного сотрудника в Лаборатории солнечной активности в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН).

Диссертация выполнена в Лаборатории солнечной активности в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

1. Филиппов Борис Петрович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук, главный научный сотрудник;

2. Наговицын Юрий Анатольевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук, заместитель директора по научной работе;

3. Слемзин Владимир Алексеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук в своем положительном отзыве, подготовленном доктором физико-математических наук, ведущим научным сотрудником отдела Физики Солнца и солнечной системы Цапом Юрием Теодоровичем и утвержденном директором Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН» кандидатом физико-математических наук Аллой Николаевной Ростопчиной-Шаховской, указала, что диссертация представляет собой законченный научно-исследовательский труд, выполненный на актуальную тему. Характеризуя диссертацию в целом, следует отметить ясное и последовательное изложение представляемого материала, несмотря на широкий охват самых разных проблем. Полученные результаты расширяют наши знания о нестационарных явлениях в атмосфере Солнца и могут быть использованы для построения физических моделей процессов вспышечного энерговыделения. Их рекомендуется использовать в ИСЗФ СО РАН, ИЗМИРАН, ГАО РАН, ГАИШ МГУ, ИКИ РАН, КрАО РАН и во многих других отечественных и зарубежных астрономических организациях.

По теме диссертации соискателем опубликовано 52 работы, в том числе 27 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертации, и в рецензируемых журналах, входящих в базы данных международных систем цитирования (в том числе 22 статьи RSCI

категории K1 и K2). Одна работа опубликована в коллективной монографии, двадцать четыре публикации в прочих научных изданиях.

В публикациях по теме диссертации представлены результаты исследования вспышек малой мощности в линии H α на основе данных Международной службы Солнца, наблюдений Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН, других наземных и космических станций. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, вида, авторского вклада и объема научных изданий.

К наиболее важным работам, в которые автор внес преобладающий вклад, следует отнести:

1. **Боровик, А.В.** Астроклимат Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН / А.В. Боровик, П.А. Коняев // Известия ИГУ. Сер. Науки о Земле. – 2014. – Т. 8. – С. 25–34.

2. **Borovik, A.V.** Construction of the light curves for solar flares in the H α line / A.V. Borovik, P.A. Konyaev, A.A. Zhdanov // Geomagnetism and Aeronomy. – 2016. – V. 56, № 5. – P. 513–523. – DOI: 10.1134/S0016793216050029.

3. **Borovik, A.V.** Statistical research into low-power solar flares / A. V. Borovik, A. A. Zhdanov // Astronomical and Astrophysical Transactions. – 2019. – V. 31, № 2. – P. 1–13. – DOI: 10.17184/eac.2972.

4. **Боровик, А.В.** Малые солнечные вспышки и супергрануляционная структура активных областей / А.В. Боровик // Кинематика и физика небесных тел. – 1989. – Т. 5, № 3. – С. 55.

5. **Боровик, А.В.** Центры вспышечной активности и их связь с геомагнитной активностью / А.В. Боровик, Л.В. Боровик, В.А. Пархомов // Геомагнетизм и аэрномия. – 1991. – Т. 31, № 1. – С. 187–190.

6. **Borovik, A.V.** Low-power solar flares of optical and X-ray wavelengths for solar cycles 21–24 / A.V. Borovik, A.A. Zhdanov // Solar-Terrestrial Physics. – 2020. – V. 6, № 3 – P. 16–22. – DOI: 10.12737/stp-63202002.

7. **Borovik, A.V.** The processes of energy release in low-power solar flares / A.V. Borovik, A.A. Zhdanov // Solar-Terrestrial Physics. – 2019. – V. 4, № 4. – P. 8–16. – DOI: 10.12737/stp-41201803.

8. **Borovik, A.V.** Dynamics of small-scale magnetic fields before small and large solar flares / A.V. Borovik, A.A. Zhdanov // Solar-Terrestrial Physics. – 2023. – V. 9, №. 4. – P. 44–53. – DOI: 10.12737/szf-94202305.

9. **Боровик, А.В.** Солнечные вспышки малой мощности в линии $\text{H}\alpha$: результаты исследований / А. В. Боровик // Изв. Крымской Астрофиз. Обс. – 2023. – Т. 119, № 1. – С. 27–41.

10. **Боровик, А.В.** Наблюдение внепятенных солнечных вспышек в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН и их интерпретации / А.В. Боровик, Д.Ю. Мячин, В.М. Томозов // Известия ИГУ. Сер. Науки о Земле. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 23.

На диссертацию и автореферат **поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Абраменко Валентиной Изосимовной, заведующей отделом физики Солнца и Солнечной системы Федерального государственного бюджетного учреждения науки Крымская астрофизическая обсерватория РАН. Отзыв положительный, без замечаний.

2. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., Богачевым Сергеем Александровичем, заведующим лабораторией солнечной астрономии и гелиофизического приборостроения Института космических исследований Российской академии наук. Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- В автореферате следовало бы более строго определить использующийся термин «малая вспышка».

- В автореферате встречаются внешне противоречивые фразы вида «в интервал энергий крупных вспышек попадает до 9% вспышек малой мощности» или «малые вспышки могут иметь энергию, сопоставимую с энергией крупных вспышек». По этой причине не всегда можно понять, где в работе идёт речь о вспышках малой энергии или мощности, а где о вспышках с низкой интенсивностью излучения в линии $\text{H}\alpha$.

- В автореферате местами присутствуют спорные интерпретации, например, что энергия вспышек может иметь дискретный характер.

3. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Корниенко Геннадием Ивановичем, старшим научным сотрудником Уссурийского отдела Института прикладной астрономии РАН. Отзыв положительный, без замечаний.

4. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Обридко Владимиром Нухимовичем, профессором, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН). Отзыв положительный, содержит замечание по результату:

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).

5. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Паперным Виктором Львовичем, заведующим кафедрой общей и космической физики, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет». Отзыв положительный, без замечаний.

6. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., член-корреспондентом РАН Степановым Александром Владимировичем, научным руководителем Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН. Отзыв положительный, без замечаний.

7. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Язевым Сергеем Артуровичем, профессором кафедры общей и космической физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет». Отзыв положительный, содержит следующие замечания:

- В автореферате применяется иногда нетипичная терминологии - например, используется словосочетание «подъем яркости» для описания вариаций яркости вспышки.

- Нередко автор апеллирует к уже довольно давним работам предшественников тридцатых - шестидесятых годов прошлого века (некоторым работам скоро будет сто лет!), что в целом нетипично - как правило, собственные результаты сопоставляются с более современными данными. С другой стороны, такой подход можно объяснить ограниченным количеством статей по теме (как правило, исследователи обращались к изучению крупных вспышек), а также обстоятельностью автора.

8. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Ишковым Виталием Никитичем, ведущим научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова

Российской академии наук (ИЗМИРАН). Отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются известными и авторитетными учеными в области физики Солнца, а ведущая организация является обсерваторией, где ведутся исследования в области солнечной активности и физики Солнца, связанные с темой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые получены наиболее полные и статистически достоверные характеристики малых солнечных вспышек в линии $H\alpha$. Установлено, что вспышки малой мощности, как и крупные вспышки в $H\alpha$, могут сопровождаться потоками протонов и рентгеновским излучением разной мощности;

Разработаны новые принципы построения световых кривых солнечных вспышек и метод определения плотности распределения малых $H\alpha$ - вспышек по поверхности Солнца, который позволяет проводить диагностику нестационарных процессов на Солнце в глобальном аспекте;

Доказано, что малые солнечные вспышки возникают на границах хромосферной и магнитной сеток активных и спокойных областей Солнца, в местах всплывания новых магнитных потоков, с локальными короткоживущими мелкомасштабными линиями раздела полярности продольного магнитного поля;

Обнаружено, что частота появления малых вспышек перед крупными $H\alpha$ - вспышками снижается или совсем прекращается;

Доказано, что развитие вспышки малой мощности в линии $H\alpha$ качественно не отличается от развития крупных солнечных вспышек.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что на большом статистическом материале **изучены** закономерности развития солнечных вспышек малой мощности в линии $H\alpha$;

обнаружено, что малые вспышки в местах выхода на Солнце новых магнитных потоков образуют плотные скопления — центры вспышечной активности;

установлено, что за несколько часов (десятков минут) перед крупной вспышкой активность малых $H\alpha$ - вспышек снижается или совсем

прекращается. Малые вспышки почти не встречаются на участках АО, где возникают и развиваются крупные солнечные вспышки, что может являться признаком накопления магнитным полем АО энергии для мощной вспышки.

Практическая значимость работы определяется тем, что

созданы и опубликованы в Мировом центре данных РАН каталоги солнечных вспышек за период 1972—2017 гг.;

получены наиболее полные и статистически достоверные характеристики малых солнечных вспышек в линии $H\alpha$;

установлена связь малых вспышек с конвективными структурами спокойных и активных областей Солнца с локальными короткоживущими линиями раздела полярностей.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы для прогноза солнечной активности и построения физических моделей солнечных вспышек.

Достоверность полученных в диссертации результатов исследования обусловлена использованием большого объема наблюдательных данных и применением современных методов их обработки и анализа. Установлено соответствие полученных результатов с исследованиями, представленными в независимых источниках по данной тематике.

Личный вклад соискателя:

Результаты, вошедшие в диссертацию, получены автором лично или при его непосредственном участии. Автор внес определяющий вклад в постановку задач и разработку научных принципов исследования. Автором самостоятельно изучена связь малых вспышек с хромосферными структурами, определены характеристики предвспышечных активизаций, изучены особенности развития малых вспышек в активных областях с крупными мощными вспышками. Автором разработаны новые принципы построения световых кривых солнечных вспышек в линии $H\alpha$ и метод обнаружения на Солнце очагов повышенной активности вспышек малой мощности. В соавторстве автор выполнял существенную часть исследований, участвовал в обсуждении и интерпретации полученных результатов. В работе автор использовал наблюдательные материалы, полученные им и его коллегами на хромосферном телескопе полного диска Солнца Байкальской астрофизической обсерватории.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания. Соискатель Боровик А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, пояснив используемые в работе методы, а также согласился с рядом замечаний.

На заседании 15 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение: за разработку экспериментальных и теоретических положений по результатам многолетних исследований солнечных вспышек малой мощности, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение присудить Боровику А.В. ученую степень доктора физико-математических наук по специальности 1.3.1 Физика космоса, астрономия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, в том числе 9 докторов наук по специальности 1.3.1 – Физика космоса, астрономия, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за – 20 человека, против – 0 человек, недействительных бюллетеней – нет.

Зам. председателя
диссертационного совета 24.1.197.01
д.ф.-м.н.



Алтынцев
Александр Тимофеевич

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.1.197.01,
доктор физико-математических наук

Ясюкевич
Юрий Владимирович

15 октября 2024 г.