

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 КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 1 июня 2023 г. № 7

О присуждении Исаевой Елене Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Статистика вспышек в комплексах активности на Солнце» по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия» принята к защите 23 марта 2023 г., протокол № 4, 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 науки и высшего образования РФ № 91нк от 26 января 2023 г.

**Соискатель** Исаева Елена Сергеевна, 13 сентября 1990 года рождения, в 2013 году окончила Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», обучалась с 2016 по 2020 год в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 01.03.03 – «Физика Солнца», в настоящее время работает в должности ведущего инженера Астрономической обсерватории Иркутского государственного университета.

Диссертация выполнена в Астрономической обсерватории Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет».

**Научный** руководитель – Язев Сергей Артурович, доктор физико-математических наук, директор Астрономической обсерватории Федерального государственного бюджетного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет».

**Официальные оппоненты:**

1. Боровик Александр Васильевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного знамени Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН), старший научный сотрудник лаборатории солнечной активности;

2. Обридко Владимир Нухимович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН), главный научный сотрудник Отдела Физики Солнца и солнечно-земных связей,

дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория Российской академии наук (ГАО РАН), в своем положительном отзыве, составленном кандидатом физико-математических наук Куприяновой Еленой Геннадьевной, старшим научным сотрудником лаборатории радиоастрономии, и утверждённом доктором физико-математических наук, директором ГАО РАН Ихсановым Назаром Робертовичем, указала, что:

Диссертация Е.С. Исаевой представляет оригинальное исследование и содержит интересные и важные новые результаты. Содержание диссертации соответствует заявленной специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия». Полученные результаты могут представлять интерес для специалистов в области физики Солнца и могут быть использованы в ГАО РАН, КраО РАН, ГАИШ МГУ, ИЗМИРАН, ИСЗФ СО РАН и в других организациях.

По теме диссертации опубликовано 6 научных работ в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертации; получено 3 свидетельства о государственной регистрации баз данных:

1. **Е.С. Исаева**, С.А. Язев «Рентгеновские вспышки и комплексы активности на Солнце в фазе роста 24-го цикла», Солнечно-земная физика. Вып. 22. С. 3–11. (2013).

2. **Е.С. Исаева**, В.М. Томозов, С.А. Язев «Протонные вспышки в комплексах активности на Солнце: причины и следствия», Астрономический журнал. Т. 95, № 3. С. 256–264. (2018).

3. **Е.С. Исаева**, В.М. Томозов, С.А. Язев «Рентгеновские вспышки и комплексы активности на Солнце в 24 цикле», *Астрономический журнал*. Т. 97, № 1. С. 64–72. (2020).

4. В.М. Томозов, С.А. Язев, **Е.С. Исаева** «Гамма-вспышки и комплексы активности на Солнце», *Астрономический журнал*. Т. 97, № 8. С. 722–730. (2020).

5. С.А. Язев, М.М. Ульянова, **Е.С. Исаева** «Комплексы активности на Солнце в 21 цикле солнечной активности», *Солнечно-земная физика*. Т. 7, № 4. С. 3–9. (2021).

6. С.А. Язев, **Е.С. Исаева**, Ю.В. Ишмухаметова «Активные области на Солнце с повышенной вспышечной активностью в 24 цикле», *Астрономический журнал*. Т. 98, № 6. С. 506–517. (2021).

7. **Е.С. Исаева**, С.А. Язев «Комплексы активности в 24 цикле»: св-во. 2014621721 Российская Федерация, МПК № 2014621721, дата регистрации 11 декабря 2014 г.

8. **Е.С. Исаева**, В.В. Капленко, В.И. Красов, С.И. Расчетин, С.А. Язев «База данных «Данные о солнечных пятнах по наблюдениям астрономической обсерватории ИГУ»», свидетельство о рег. № 2011621023 от 28 февраля 2011 г.

9. **Е.С. Исаева**, С.А. Язев «База данных «Протонные вспышки в комплексах активности»», свидетельство гос. регистрации № 2017620340 от 24 марта 2017 г.

В них отражены систематизированные данные о группах солнечных пятен, группах солнечных вспышек за период с 2009 до 2020 гг., т.е. изложены основные результаты и положения, выносимые на защиту.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах, вида, авторского вклада и объема научных изданий.

#### **На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. В.И. Киселевым, научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск). Отзыв положительный, содержит замечания:

- На стр. 14 на рис. 3 слева от нижнего левого угла рисунка стоит точка, можно ее убрать.

- На стр. 16 слились два слова «активных областей». Можно добавить пробел.
- На стр. 16 в последней строке в слове гамма-излучения можно заменить на тире, так как в других случаях в автореферате использовано тире.
- На стр. 18, пункт 4 пропущен пробел после дефиса и перед словом Иркутск.

2. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. А.А. Головкин, старшим научным сотрудником Лаборатории солнечной активности Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск). Отзыв положительный, содержит замечание:

- В автореферате в таблице 2 приводятся значения средней удельной мощности ядер КА и суммарной мощности, но не дается определений этих величин и ссылок на работы, где они содержатся, хотя такие ссылки имеются в тексте диссертации. В описании 5 главы не дано определения «комплекса активных областей» (КАО) и его отличия от КА.

3. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. А.В. Жуковой, старшим научным сотрудником Отдела физики Солнца и Солнечной системы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН» (КРАО РАН). Отзыв положительный, содержит замечания:

- Возможность использования фактора принадлежности активной области к комплексу активности в качестве самостоятельного прогностического признака ее вспышечной продуктивности может быть несколько ограничена. Во многих современных исследованиях развивается комплексный подход к прогнозированию вспышечной активности с учетом нескольких фотосферных магнитных параметров.
- В изложении содержания 1 главы есть нарушение логики повествования. Например, к описанию методики площадок длительной активности, применявшейся для идентификации комплексов активности, автор обращается дважды (в разных местах). Так же обстоит дело с описанием каталога комплексов активности 24-го цикла.
- Формулировки не всегда точны. Например, в описании раздела «Заключение» упоминается «системы высоких корональных систем,

включая трансэкваториальные» (стр.18, п. 6). По-видимому, тавтология допущена по ошибке и речь идет о системе корональных петель.

4. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Л.С. Леденцовым, научным сотрудником Государственного астрономического Института им. П.К. Штернберга МГУ. Отзыв положительный, содержит замечания:

- Из автореферата остается неясным, кем производилась каталогизация комплексов активности 22 и 23 циклов СА, анализируемая в 2 и 3 главах диссертации.

- В тексте используется узкоспециальные термины «ядро» и «ветвь» комплекса активности без предварительного определения, что затрудняет понимание текста с учетом возможной авторской трактовки их значений (значение термина «ветвь» раскрывается постфактум после нескольких использований).

- В 5 столбце таблицы 3 «Nf/N» следует читать как «F/N».

5. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Ю.Т. Цапом, ведущим научным сотрудником Отдела физики Солнца и Солнечной системы Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Крымская астрофизическая обсерватория РАН». Отзыв положительный, содержит замечания:

- Автор оставил без внимания, как мне кажется, чрезвычайно важный вопрос о формировании активных областей и комплексов активности, что может пролить свет на природу исследуемых явлений.

- Если связь между протонными вспышками и корональными дырами еще можно понять в свете представлений об открытой конфигурации магнитного поля, то вопрос о существовании связи для гамма-вспышек, по меньшей мере, требует более обстоятельного рассмотрения. В частности, следует ожидать, что гамма-вспышки, как и протонные события, должны сопровождаться корональными выбросами массы, а также дрейфующими радиовсплесками.

- Работы диссертанта выполнены в соавторстве, поэтому его утверждения о том, что «все представленные в диссертации результаты получены автором «лично» выглядит излишне категорично.

6. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Д.В. Ерофеевым, старшим научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института прикладной астрономии Российской академии наук (ИПА РАН). Отзыв положительный, без замечаний.

7. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. И.В. Зимовцом, старшим научным сотрудником Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт космических исследований Российской академии наук» (ИКИ РАН). Отзыв положительный, содержит замечания:

- В автореферате в нескольких местах говорится про КВМ. Например, на стр. 14 «Рассмотрена роль факторов корональных дыр (КД), КА и корональных выбросов массы (КВМ) в процессе выхода энергичных частиц вспышки в гелиосферу». Однако не ясно, какие данные использованы для анализа. Для всех ли исследованных вспышек рассматривались наличие КВМ и определялись их параметры, которые могли бы указывать на возможное взаимодействие с КД?

- Из автореферата складывается впечатление, что автор придерживается концепции вспышечного ускорения протонов в солнечных протонных событиях. Однако отсутствует альтернативная концепция об ускорении протонов на фронтах ударных волн, которая не упоминается в автореферате. По-моему, полученные результаты, в частности о близости «протонных» вспышек к КД, не противоречат этой концепции. Взаимодействие ударной волны с КД могло бы обеспечивать выход энергичных частиц в гелиосферу. С точки зрения объективности имело бы смысл кратко затронуть этот вопрос в автореферате. Хотя понятно, что основной акцент в автореферате сделан именно на вспышках и это обсуждение выходит за рамки автореферата.

- На стр. 12 имело бы смысл привести определение/формулу вспышечного индекса  $A$  или ссылку на работу, где это определение дано.

- Замечено несколько неточностей и опечаток. Например, на стр. 1 «внутри КА», на стр. 10, 11 и 16 рентгеновский класс «M0» – такого класса нет, вероятно имеется ввиду класс M1.0. На стр.11 «162 вспышки (11.8%) – должно быть 21.8%. На стр. 12 в таблице 3 дано неверное определение среднего удельного числа вспышек « $N_f/N$ » – должно быть « $F/N$ », судя по значениям. На стр. 17 «системами высоких корональных систем». На стр. 19 в цитируемой публикации [19] дано неверное название журнала «Astrophys. J».

8. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. А.Л. Рыбаком, инженером-исследователем Лаборатории космической погоды Главной

(Пулковской) астрономической обсерватории РАН. Отзыв положительный, содержит замечание:

- Замечания, в основном, сводятся к оформлению отдельных текстовых элементов автореферата. Например, на рис 2 номера солнечных оборотов можно было бы указать на дополнительной оси абсцисс, проведенной внизу графика, где много пустого пространства. На практике нередко используют основную и дополнительную оси абсцисс – там, где это необходимо для полной визуализации самого графика. В седьмом пункте раздела «Цель работы» фразу «активность активных областей» можно было бы сформулировать как «деятельность активных областей».

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается тем, что оппоненты являются авторитетными учеными в области физики Солнца и выполняли работы, связанные с исследованием солнечных вспышек, а в ведущей организации: ГАО РАН на протяжении многих десятилетий ведутся исследования солнечной активности, что непосредственно пересекается с темой диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** метод идентификации ядер комплексов активности по синоптическим картам пятенной активности Солнца;

**установлен** ряд статистических закономерностей сильных солнечных вспышек в комплексах активности, важных для оценки их геоэффективности;

**доказано,** что вспышечная продуктивность активных областей, развивающихся в составе комплексов активности, кратно превышает вспышечную продуктивность активных областей вне комплексов активности;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**доказано,** что комплексы активности являются местами преимущественного (более 80%) возникновения сильных солнечных вспышек;

**показано,** что все протонные солнечные вспышки в комплексах активности происходили вблизи границ низкоширотных корональных дыр;

**изучены** закономерности возникновения, эволюции и вспышечной деятельности комплексов активности в 24-ом цикле солнечной активности;

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что:

**определена** связь сильных вспышек, сопровождаемых гамма-излучением и корональными выбросами массы с ядрами комплексов активности;

**созданы** каталоги и базы данных активных областей, комплексов активности, вспышек в 24 цикле солнечной активности.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**установлено** качественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные методы мониторинга Солнца, а также математические, статистические и физически обоснованные методы обработки данных.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном решении научных задач, поставленных диссертанту научным руководителем. Автор принимала участие в мониторинге солнечных пятен, проводимом астрономической обсерваторией ИГУ, лично проводила полную обработку фотогелиограмм, вела каталог проявлений солнечной активности в 24–25 циклах, является основным соавтором каталога комплексов активности и их вспышечной активности. Автором были построены синоптические карты для исследования локализации вспышек по отношению к расположению комплексов активности и корональных дыр. Подготовка полученных результатов к публикации проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим.

В ходе защиты были высказаны следующие критические замечания: в диссертации использована модель, согласно которой ядра комплексов активности не подвержены дифференциальному вращению Солнца – в такой модели требуется аккуратное рассмотрение глубины оснований активных областей.



Соискатель Исаева Е.С. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию, пояснив используемые в работе методы, а также согласилась с рядом замечаний.

На заседании 1 июня 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития физики Солнца, присудить Исаевой Е.С. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 21 человек, из них 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, против – 1, недействительных бюллетеней – НЕТ.

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



А.Т. Алтынцев

Ученый секретарь  
диссертационного совета 24.1.197.01,  
к.ф.-м.н.

Ю.В. Ясюкевич

01 июня 2023 г.