

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 24.1.262.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ "ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК" (ФИАН) ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24 апреля 2024 года № 1

О присуждении Лукманову Владиславу Рамильевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико – математических наук

Диссертация «Исследование динамики солнечного ветра по данным мониторинга межпланетных мерцаний на радиотелескопе БСА ФИАН» по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия» принята к защите 13 февраля 2024 г., протокол №2412, диссертационным советом Д 24.1.262.02, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Физический институт имени П.Н. Лебедева Российской академии наук», 119991, Москва, Ленинский проспект, дом 53, ФИАН, приказ № 1970/нк от 18.10.2023 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель Лукманов Владислав Рамильевич, 1989 года рождения, в 2013 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ» по специальности «Физика кинетических явлений» (дипломированный специалист), а в 2020 году окончил с отличием магистратуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Пущинский государственный естественно-научный институт (ПущГЕНИ) по направлению 03.04.02 «Физика», образовательная программа «Астрофизика. Физика космических излучений и космоса». Лукманов В.Р. обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН) в период с 23 мая 2013 г. по 22 мая 2016 г. по специальности 25.00.17 «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов № 968 выдано 22 мая 2016 г. в ИМАШ РАН. Справка № 1631 о сдаче кандидатского экзамена по

специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия» выдана 18 апреля 2023 года в ПушГЕНИ. В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН.

Диссертация выполнена в Пущинской радиоастрономической обсерватории Астрокосмического центра Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ПРАО АКЦ ФИАН).

Научный руководитель: Чашей Игорь Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заместитель директора ПРАО АКЦ ФИАН по научным вопросам.

Научный консультант: Тюльбашев Сергей Анатольевич, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заведующий отделом плазменной астрофизики ПРАО АКЦ ФИАН.

Официальные оппоненты:

Ермолаев Юрий Иванович, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией солнечного ветра Института космических исследований РАН, г. Москва;

Писанко Юрий Владимирович, доктор физико-математических наук, заведующий отделом геоэффективных излучений в атмосфере и в космосе Института прикладной геофизики Росгидромета, г. Москва,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, составленным ведущим научным сотрудником, к.ф.-м.н. А.В Беловым и старшим научным сотрудником отдела вариаций космических излучений ИЗМИРАН к.пед.н. Н.С. Шлык, и принятым на заседании секции Ученого совета ИЗМИРАН по направлению “Солнечно-земная физика” 26.03.2024 г., утверждённым директором ИЗМИРАН В.Д. Кузнецовым, заключила, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, отвечающую всем требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 26.10.2023), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а ее автор,

Лукманов Владислав Рамильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается темой исследований, высокой компетентностью, профессиональными должностными обязанностями и наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации по вопросам диссертационной работы.

Результаты диссертационной работы В.Р. Лукманова изложены в 8 научных публикациях в рецензируемых изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией. Содержание диссертационной работы В.Р. Лукманова изложено доступно, корректно и полно. В работах представлены основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем учёной степени. Во всех работах вклад соискателя является основным или равным вкладу соавторов.

Наиболее значительные работы соискателя В.Р. Лукманова по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых изданиях из списка ВАК:

1. Chashei I. V., Lukmanov V. R., Tyul'bashev S. A., Tokumaru M. Comparison of Solar Wind Speed Estimates from Nearly Simultaneous IPS Observations at 327 and 111 MHz. // *Solar Physics*. – 2021. – V. 296. – Article 63. – 14P.

2. Лукманов В. Р., Чашей И. В. Вариации радиальной зависимости уровня межпланетных мерцаний на фазе спада 24 цикла солнечной активности. // *Астрономический журнал*. – 2022. – Т. 99. – С. 160 – 164. Lukmanov V. R., Chashei I. V. Variations in the Radial Dependence of the Interplanetary Scintillation Level in the Descending Phase of Solar Cycle 24. // *Astronomy Reports*. – 2022. – V. 66. – P. 174 – 178.

3. Лукманов В. Р., Чашей И. В., Тюльбашев С. А. О корреляции уровня межпланетных мерцаний и скорости солнечного ветра. // *Астрономический журнал*. – 2022. – Т. 99. – С. 1280 – 1283. Lukmanov V. R., Chashei I. V., Tyul'bashev S. A. On Correlation of the Interplanetary Scintillation Level and Solar Wind Speed. // *Astronomy Reports*. – 2022. – V. 66. – P. 1325 – 1328.

4. Лукманов В. Р., Чашей И. В., Тюльбашев С. А., Субаев И. А. Анализ возможностей краткосрочного прогноза геомагнитных возмущений по наблюдениям корональных выбросов массы на радиотелескопе БСА ФИАН. // *Астрономический журнал*. – 2023. – Т. 100. – С. 535 – 545. Lukmanov V. R., Chashei I. V., Tyul'bashev S. A., Subaev I. A. Analysis of the Possibilities of Short-

Term Prediction of Geomagnetic Perturbations from Observations of Coronal Mass Ejections at the BSA LPI Radio Telescope. // *Astronomy Reports*. – 2023. – V. 67. – P. 607 – 617.

5. Лукманов В. Р., Чашей И. В., Тюльбашев С. А., Субаев И. А. Коротящие возмущения солнечного ветра в данных мониторинга межпланетных мерцаний: моделирование и наблюдения. // *Астрономический журнал*. – 2023. – Т. 100. – С. 546 – 556.

На диссертацию поступили положительные отзывы официальных оппонентов и ведущей организации.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Ермолаева Ю.И.** отмечено, что диссертационная работа посвящена изучению характеристик межпланетной плазмы и их динамики на основе данных мониторинга межпланетных мерцаний сильных источников, а основной задачей является исследование глобальной структуры и характеристик крупномасштабных возмущений солнечного ветра. Подчеркивается актуальность таких исследований и их практическая ценность, заключающаяся в разработке метода краткосрочного прогноза геомагнитных возмущений на основе модели предсказания прихода на орбиту Земли событий типа ICME (межпланетных проявлений корональных выбросов массы). Отмечена уникальная методика восстановления свойств глобальной неоднородной и нестационарной структуры солнечного ветра по данным радиотелескопов. Особо подчеркивается роль российского телескопа БСА ФИАН, на данных которого основана диссертационная работа. В отзыве говорится, что все результаты являются новыми, достоверными и обоснованными, а сама диссертация логично и ясно изложена, хорошо иллюстрирована и оформлена. Высказано несколько замечаний. Так, по мнению оппонента, автор в недостаточной мере привлекает для проверки результатов прогнозов прямые измерения солнечного ветра, полученные на основе спутниковых данных. Было бы полезно дополнить таблицу 3 данными по скорости солнечного ветра, измеренной на спутниках. Также было бы полезно рассмотреть области компрессии плазмы на границах ICME и медленного солнечного ветра, которые имеют близкие характеристики плазмы, в том числе характеристики турбулентных флуктуаций в них. В работе не приводится сравнение характеристик спектра турбулентности межпланетной плазмы с результатами новых исследований спектров турбулентности по локальным измерениям межпланетного магнитного поля и плазмы солнечного ветра. Остальные замечания касаются стилистических и терминологических неточностей.

В отзыве **оппонента д.ф.-м.н. Писанко Ю.В.** говорится, что работа посвящена актуальной задаче прогноза геомагнитных возмущений по данным о солнечном ветре. Отмечается, что развиваемый автором диссертации подход «пассивной радиолокации» позволяет проследить движение крупномасштабных неоднородностей солнечного ветра между орбитами Меркурия и Венеры по наблюдениям мерцаний сигналов астрофизических источников на масштабе суток, а не месяца, как в случае с данными оптических наблюдений. Это открывает для прогноза новые перспективы, и, таким образом, данная работа вносит свой вклад в совершенствование прогнозирования геомагнитных возмущений. В отзыве отмечено, что в диссертации впервые для длительной серии наблюдений за период 2014-2019 годов даны оценки скоростей солнечного ветра на спаде цикла. Впервые с учетом повышенной концентрации межпланетной плазмы вблизи эклиптики смоделирована зависимость индекса мерцаний от гелиоцентрического расстояния. Разработаны методики оценки времени прихода к Земле наблюдаемых по радиомерцаниям корональных выбросов массы и областей взаимодействия разноскоростных потоков солнечного ветра. В отзыве подчеркивается практическая значимость работы, так как автор разработал новую методику оценки скорости солнечного ветра и уровня его турбулентности, важную для радиофизических исследований солнечного ветра. Кинематическая модель распространения возмущений в солнечном ветре, предложенная автором, может иметь приложение к прогнозам космической погоды. Высказано замечание о том, что следовало бы привлечь к анализу данные прямых измерений параметров солнечного ветра с борта КА «Parker Solar Probe Plus», поскольку было бы полезно сделать совместный анализ данных этого аппарата и данных о межпланетных мерцаниях, обсуждаемых в диссертации.

В отзыве **ведущей организации** Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук говорится, что диссертационная работа В.Р. Лукманова представляет собой значительный вклад в исследование крупномасштабной структуры солнечного ветра. Актуальность работы определяется тем, что изучение мерцаний радиоисточников позволяет заранее обнаруживать корональные выбросы масс и корототирующие структуры, которые могут привести к геомагнитным бурям. Подчеркивается практическая значимость диссертации, заключающаяся, в частности, в разработке и создании сайта, на котором в пробном режиме выполняется краткосрочный прогноз геомагнитных возмущений на основе данных телескопа БСА ФИАН с использованием упрощенных моделей распространения корональных выбросов и корототирующих структур. В отзыве

отмечено, что все результаты, выносимые на защиту, являются новыми и достоверными, а сама работа написана грамотным научным языком, логично организована и имеет характер завершеного научного исследования. Высказан ряд замечаний. Так, в главе 2 не приведено описание двух мерцающих радиоисточников, на которых основан анализ. Оценки среднегодовых скоростей солнечного ветра, полученные в работе, не сравниваются с аналогичными измерениями, полученными со спутников-мониторов, таких как ACE, WIND и др. Отсутствуют ссылки на используемые автором индексы геомагнитной активности. В главах 3 и 4 не вполне обоснован выбор значений плотности структур солнечного ветра (CME и CIR). Остальные замечания носят редакционный характер.

Во всех отзывах отмечается, что перечисленные замечания носят частный или рекомендательный характер и не влияют на значимость и высокую оценку диссертационной работы Лукманова В.Р., а соискатель, безусловно, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия». Соискатель представил полные ответы на все высказанные в отзывах замечания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Изучены глобальная структура и крупномасштабные возмущения солнечного ветра на спаде 24-го и начале 25-го циклов солнечной активности. **Получены** оценки скорости солнечного ветра по наблюдениям межпланетных мерцаний радиоисточников. **Сделан вывод** о влиянии анизотропии межпланетной среды и протяженного радиоисточника на однопунктовые оценки скорости солнечного ветра. **Установлено**, что обратная пропорциональность между индексом мерцаний и скоростью солнечного ветра проявляется при усреднениях на интервалах порядка года, и поэтому для более коротких серий наблюдений необходимо использовать данные по большому числу источников. **Разработана методика**, позволяющая по длительным сериям наблюдений индивидуальных источников получать оценки скорости солнечного ветра и информацию о пространственном распределении уровня турбулентности межпланетной плазмы. **Разработаны** адаптированные к реальным наблюдениям модели, позволяющие использовать данные мониторинга межпланетных мерцаний для краткосрочного прогноза геомагнитных возмущений. Таким образом, **сделан вклад** в решение проблемы космической погоды.

Диссертационный совет подтверждает, что все перечисленные выше результаты соискателя и выносимые на защиту положения, являются **новыми**.

Значение полученных соискателем результатов исследования состоит в том, что на основе выполненных исследований и разработок создан сайт для краткосрочного прогноза геомагнитных возмущений, который потенциально может быть использован для предупреждения опасности для космических аппаратов и экипажей пилотируемых космических кораблей, связанной с приходом выбросов CME и CIR к Земле.

Оценка **достоверности** результатов исследования:

Представленные результаты основаны на использовании данных, полученных на современном радиотелескопе мирового уровня — БСА ФИАН, — и прошли проверку сравнением с результатами других авторов, полученных на других современных инструментах. Достоверность подтверждается успешной апробацией на всероссийских научных конференциях и публикациями в рецензируемых журналах, а также соответствием полученных результатов современным представлениям о турбулентном солнечном ветре.

Личный вклад соискателя во все результаты, выносимые на защиту, и все опубликованные работы является определяющим либо равным вкладу соавторов. Автором созданы все программы и выполнены расчеты, реализованы модели, произведено сравнение с данными других экспериментов.

Диссертация Лукманова В.Р. соответствует паспорту специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия» в части п. 10: «Физика Солнца и солнечной активности. Солнечные излучения всех диапазонов – от радиоизлучения до гамма- и нейтринного излучения. Солнечные и космические лучи и их распространение в солнечной системе. Гелиосфера. Солнечный ветер», п. 13 «Солнечно-земные связи. Космическая погода» и отрасли физико-математических наук в части практического значения специальности 1.3.1, согласно п. 14 «Экспериментальные методы, научные приборы, методы вычислительной астрофизики и алгоритмы обработки данных для космических и астрономических исследований».

На заседании, проведённом 24 апреля 2024 года в удалённом интерактивном режиме в соответствии с п. 22 Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утверждённого Приказом Минобрнауки России № 1093 от 10

ноября 2017 года (в ред. Приказа Минобрнауки России от от 07.06.2021 № 458), диссертационный совет Д 24.1.262.02 принял решение присудить Лукманову Владиславу Рамильевичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования с использованием информационно-коммуникационных технологий 24 апреля 2024 г. в 13:50 возникли технические неполадки в системе электронного голосования, которые не позволили обеспечить принятие диссертационным советом решения в соответствии с требованиями Положения. После устранения неполадок, 24 апреля 2024 г. в 14:30 было проведено повторное голосование, в соответствии с п. 51(5) Положения о совете по защите диссертаций, введенным Приказом Минобрнауки России от 07.06.2021 № 458.

При проведении повторного тайного голосования, с использованием информационно-коммуникационных технологий, диссертационный совет в количестве 20 человек (в т.ч. участвующих в удалённом интерактивном режиме – 5), из них 17 докторов наук и 3 кандидата наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за _19_,
против _1_,
недействительных бюллетеней _0_.

Председатель диссертационного совета
Д 24.1.262.02, д.ф.-м.н., член-корр. РАН

Новиков И.Д.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 24.1.262.02, к.ф.-м.н.

Шахворостова Н.Н.

24 апреля 2024 г.