

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ "ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК" (ФИАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 13 сентября 2022 года № 1

О присуждении Сербинову Дмитрию Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук

Диссертация «Аппаратно-методическое обеспечение эксперимента МВН по высокоточному измерению космического рентгеновского фона» по специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия» принята к защите 25 мая 2022 г., протокол №2272, диссертационным советом Д002.023.01, 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 № 105/нк от 11.04.2012 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Соискатель Сербинов Дмитрий Владимирович, 1988 года рождения, в 2011 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) с присвоением квалификации «Инженер» по специальности «Испытание летательных аппаратов». Сербинов Д.В. обучался в очной аспирантуре Института космических исследований РАН в период с 01 сентября 2015 года по 31 августа 2019 года по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики». В период с 01 марта 2022 года по 21 марта 2022 года Сербинов Д.В. был прикреплен в качестве экстерна для прохождения промежуточной аттестации в Институте космических исследований РАН по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звёздная астрономия». Справка об обучении в аспирантуре с результатами сдачи кандидатских экзаменов выдана 22 марта 2022 года в ФГБУН «Институт космических исследований РАН». В настоящее время соискатель работает младшим научным сотрудником в Институте космических исследований РАН.

Диссертация выполнена в Институте космических исследований РАН. Научный руководитель – доктор технических наук Семена Николай Петрович, заведующий лабораторией астрофизических рентгеновских детекторов и телескопов ИКИ РАН.

Официальные оппоненты:

Алексей Владимирович Ненарокомов, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры "Космические системы и ракетостроение" Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»;

Михаил Федорович Рунцо, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры Экспериментальных методов ядерной физики Научно-исследовательского ядерного университета МИФИ;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 26, в своем положительном отзыве, подготовленном руководителем отделения физики плазмы, атомной физики и астрофизики, член-корр. РАН, д.ф.-м.н. Быковым А.М. и и.о. старшего научного сотрудника лаборатории астрофизики высоких энергий к.ф.-м.н. Красильщиковым А.М., и утвержденным и.о. зам. директора ФТИ им. А.Ф. Иоффе к.ф.-м.н. Патровым М.И., – заключила, что диссертация по актуальности, объему и уровню проделанной работы, достоверности и значимости полученных результатов, ценности практических выводов полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Сербинов Дмитрий Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

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

Содержание диссертационной работы Д.В. Сербинова изложено доступно, корректно и полно. В работах представлены основные положения диссертации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени. Во всех работах вклад соискателя является основным или равным вкладу соавторов. Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 6 работ, в 4-х из них соискатель является первым автором. Наиболее значительные работы соискателя по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых изданиях:

1) **Serbinov, D. V.**; Pavlinsky, M. N.; Semena, A. N.; Semena, N. P.; Lutovinov, A. A.; Molkov, S. V.; Buntov, M. V.; Arefiev, V. A.; Lapshov, I. Y. MVN experiment – All Sky Monitor for measuring cosmic X-ray background of the Universe onboard the ISS, *Experimental Astronomy* 51, 493-514 (2021).

2) **Serbinov, D. V.**; Semena, N. P.; Pavlinsky, M. N. Opposite Radiators Used for Thermostabilizing of X-Ray Detectors of the All-Sky Monitor to be Installed on the ISS. Journal of Engineering Thermophysics, 2017, Vol. 26, №3, pp. 366-376.

3) **Д. В. Сербинов**, Н. П. Семена, А. Н. Семена, А. А. Лутовинов, В. В. Левин, С. В. Мольков, А. В. Кривченко, А. А. Ротин, М. В. Кузнецова «Монитор Всего Неба для высокоточного измерения космического рентгеновского фона с борта МКС», Письма в Астрономический Журнал, том 48, № 4, с. 243-264, 2022.

4) **Сербинов Д. В.**, Семена Н. П., Павлинский М. Н., Арефьев В. А. Возможности и ограничения орбитальных космических станций для проведения астрофизических экспериментов. – Инженерная физика, 2018, №4, с. 33 – 48.

5) Pavlinsky, M.; Tkachenko, A.; Levin, V.; Alexandrovich, N.; Arefiev, V.; Babyshkin, V.; Batanov, O.; Bodnar, Yu.; Bogomolov, A.; Bubnov, A.; Buntov, M.; Burenin, R.; Chelovekov, I.; Chen, C.-T.; Drozdova, T.; Ehlert, S.; Filippova, E.; Frolov, S.; Gamkov, D.; Garanin, S.; Garin, M.; Glushenko, A.; Gorelov, A.; Grebenev, S.; Grigorovich, S.; Gureev, P.; Gurova, E.; Ilkaev, R.; Katasonov, I.; Krivchenko, A.; Krivonos, R.; Korotkov, F.; Kudelin, M.; Kuznetsova, M.; Lazarchuk, V.; Lomakin, I.; Lapshov, I.; Lipilin, V.; Lutovinov, A.; Mereminskiy, I.; Molkov, S.; Nazarov, V.; Oleinikov, V.; Pikalov, E.; Ramsey, B. D.; Roiz, I.; Rotin, A.; Ryadov, A.; Sankin, E.; Sazonov, S.; Sedov, D.; Semena, A.; Semena, N.; **Serbinov, D.**; Shirshakov, A.; Shtykovsky, A.; Shvetsov, A.; Sunyaev, R.; Swartz, D. A.; Tambov, V.; Voron, V. and Yaskovich, A. “The ART-XC telescope on board the SRG observatory”, A&A 650, A42 (2021), <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202040265>.

На диссертацию поступили положительные отзывы официальных оппонентов и ведущей организации.

В отзыве **оппонента д.т.н. Ненарокова А.В.** отмечено, что диссертация Сербинова Д.В. представляет несомненный интерес как новый шаг в развитии методов исследования космического рентгеновского фона (КРФ) и актуальна как для космической техники, так и для фундаментальных космических исследований. Указано, что разработанный новый комплекс аппаратных и методических средств для измерения поверхностной яркости КРФ значительно повысил точность измерений в сравнении с предыдущими результатами, а разработанная методика термовакуумных испытаний будет полезна для будущей отработки научно-измерительных приборов. В отзыве высказан ряд замечаний. Так, не указаны количественные показатели для оптимальной стратегии измерений, обсуждаемой на стр. 45. Не объяснено как выбирается оптимальное число пикселей, на которые разбивается небесная сфера. Не обосновано использование Пуассоновского распределения суммарного сигнала. Было бы целесообразным ввести в математическую модель угловое положение теплообменника (стр. 98).

В отзыве **оппонента к.ф.-м.н. Рунцо М.Ф.** говорится, что диссертация Сербинова Д.В. отвечает актуальной задаче космического научного приборостроения – разработке средств и методов космического эксперимента, позволяющего измерять с высокой точностью поверхностную яркость космического рентгеновского фона. Отмечается практическая значимость полученных результатов и рекомендаций, которые будут весьма полезны в проектировании космических аппаратов для будущих миссий. Отмечено, что работоспособность разработанной аппаратуры подтверждена как математическим моделированием обзора всего неба рентгеновским монитором и расчетами точности измерений, так и экспериментальными измерениями характеристик различных составляющих аппаратного комплекса. Подчеркивается, что разработка и определение характеристик монитора рентгеновского излучения вносит существенный вклад в специальность 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия». Высказан ряд замечаний редакционного характера, а также несколько критических замечаний. Так, не указан способ получения данных по переменности падающих на прибор тепловых потоков (рис. 1.4). Не описана методика измерения функции поглощения рентгеновского излучения слоями пассивной защиты (рис. 3.10). Не проанализировано влияние балансира на фоновые условия измерения и не указаны материалы и размеры этой детали.

В отзыве **ведущей организации ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН** указано, что актуальность представленной диссертации обусловлена как необходимостью исследовать популяции космических источников, производящих рентгеновский фон, так и вопросами статистических исследований групп источников, которые нужно выделять из этого фона. Разработка технических решений для высокоточных измерений фона отвечает этим научным задачам. Отмечены наиболее важные результаты, полученные автором диссертации: разработка и испытания детектора рентгеновского излучения монитора всего неба (МВН) с чувствительностью 6-70 кэВ, позволяющего проводить измерения с точностью 1%; разработка программы измерений КРФ с борта Международной космической станции (МКС) с помощью МВН; разработка модулей калибровочных источников для космических детекторов жесткого рентгеновского излучения. Особо отмечается, что эти модули уже успешно используются в обсерватории «Спектр-РГ». Указано, что существенных недостатков диссертация не содержит и высказан ряд замечаний. Так, в тексте не обсуждается влияние транзиентных рентгеновских источников на качество измерений КРФ. Не обсуждается возможность исключения из анализа экспозиций с яркими источниками и возможность использования спектрального анализа накопленного сигнала КРФ. Остальные замечания носят стилистический и технический характер.

Во всех отзывах оппонентов и ведущей организации даны рекомендации по дальнейшему использованию результатов диссертационной работы в научных учреждениях РФ, разрабатывающих космические аппараты и аппаратуру для них для будущих космических проектов. Во всех отзывах отмечается, что

критические замечания не влияют на значимость и высокую оценку диссертационной работы Сербинова Д.В., а соискатель, безусловно, заслуживает присуждения ему степени кандидата технических наук по специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия». Соискатель представил полные ответы на все высказанные в отзывах замечания.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработано аппаратно-методическое обеспечение космического эксперимента по высокоточному измерению КРФ с борта МКС, позволяющее решить три основные проблемы измерения: проблему разделения космического фона и внеапертурного фона прибора, проблему учёта апертурного фона и проблему точной энергетической и абсолютной калибровки прибора.

Разработан адаптированный для работы на МКС монитор с вращающимся экраном, реализующим метод модуляции апертуры, позволяющий решить проблему разделения КРФ и внеапертурного фона прибора на базе имеющихся рентгеновских детекторов.

Предложена методика отбора наблюдательных данных, обеспечивающая снижение суммарной ошибки измерения КРФ до целевого уровня в 1% за три года непрерывных наблюдений, позволяющая решить проблему учёта апертурного фона.

Разработаны прецизионная система термостабилизации рентгеновских детекторов и система их полётной калибровки, обеспечивающие решение проблемы точной энергетической и абсолютной калибровки монитора.

Расчётные параметры основных систем рентгеновского монитора **подтверждены** экспериментальными исследованиями.

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

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

– выполненное с помощью созданного монитора высокоточное измерение поверхностной яркости КРФ будет иметь большое значение для решения задач, требующих знания населённости активных ядер галактик (АЯГ), таких как уточнение моделей эволюции чёрных дыр во Вселенной или анализ популяции чёрных дыр в ближней Вселенной;

– разработанные методики и технические решения могут быть использованы для рентгеновских астрофизических приборов различных типов. В частности, разработанные в рамках МВН блоки калибровочных источников, были применены в первом российском рентгеновском зеркальном телескопе ART-XC (Astronomical Roentgen Telescope — X-ray Concentrator) имени М. Н. Павлинского, функционирующем с 2019 г. в точке либрации L2 в составе космической обсерватории «Спектр-РГ».

Оценка **достоверности** результатов исследования:

Представленные результаты получены с использованием известных вычислительных и статистических методов экспериментальных исследований, анализа данных и математического моделирования. Разработанные блоки калибровочных источников уже успешно применены на практике в составе действующей космической обсерватории «Спектр-РГ». Также достоверность результатов подтверждается успешной апробацией на научных конференциях и публикациями в рецензируемых журналах.

Личный вклад соискателя состоит в разработке общей компоновки рентгеновского монитора и создании для него отдельных систем; проведении математического и экспериментального моделирования характеристик этих систем; осуществлении адаптации конструкции монитора к условиям работы на МКС. Также автором разработана методика отбора наблюдательных данных, позволяющая достичь целевого показателя ошибки измерения КРФ в 1%, для обоснования которой проведены оптимизация поля зрения детектора и моделирование результатов эксперимента при разных наборах используемых наблюдательных данных.

Диссертация Сербинова Д.В. соответствует паспорту специальности 01.03.02 «астрофизика и звёздная астрономия» в части п.1: *«Исследование физических процессов, связанных с генерацией излучения (электромагнитного, нейтринного, гравитационного), распространения и поглощения излучения в космических средах; разработка методов анализа электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах в применении к астрономическим наблюдениям»* и отрасли технических наук в части прикладного значения специальности 01.03.02, заключающегося *«в развитии экспериментальных технологий регистрации и анализа электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах»*.

На заседании 13 сентября 2022 года диссертационный совет принял решение присудить Сербинову Дмитрию Владимировичу ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 17 докторов наук и 1 кандидат наук по специальности 01.03.02, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за – 18,
против – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета, член-корр. РАН

Новиков И.Д.

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

Шахворостова Н.Н.

13 сентября 2022 г.