

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.04
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ.
П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 25 декабря 2017 г. № 15
о присуждении Топчиеву Николаю Петровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Разработка новых методов и создание научной аппаратуры для проведения астрофизических исследований гамма-излучения высоких и сверхвысоких энергий на космических аппаратах» по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики» принята к защите 22 сентября 2017 года, протокол № 13 диссертационного совета Д002.023.04, созданного 9 ноября 2012 года приказом № 717/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель Топчиев Николай Петрович, 1951 года рождения, в 1975 году окончил факультет «Экспериментальной и теоретической физики» Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) по специальности «Экспериментальная ядерная физика». В 1988 году в ФИАНе защитил диссертацию «Исследование физических характеристик газового черенковского счетчика большой площади для изучения космического гамма-излучения на борту ИСЗ» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц». С 1975 года по настоящее время Н.П. Топчиев работает в ФИАНе, в настоящее время в Лаборатории гамма-астрономии в должности заведующего Лабораторией гамма-астрономии.

Диссертационная работа Н.П. Топчиева выполнена в Лаборатории гамма-астрономии Отделения ядерной физики и астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

- 1) Стенькин Юрий Васильевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук;
- 2) Панов Александр Дмитриевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета;

- 3) Васильев Александр Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» - Института физики высоких энергий им. А.А. Логунова

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН), город Москва, в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук Савановым Игорем Спартаковичем - ведущим научным сотрудником ИНАСАН, доктором физико-математических наук Сачковым Михаилом Евгеньевич - заместителем директора ИНАСАН и утвержденном член-корреспондентом РАН, доктором физико-математических наук Бисикало Дмитрием Валерьевичем, директором ИНАСАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Соискатель имеет 36 опубликованных работ по теме диссертации. Все работы опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в базы данных Web of Science, Scopus, в том числе 16 статей в российских журналах, рекомендованных ВАК.

Результаты по теме диссертации опубликованы в статьях:

1. М. Авиньон, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Телескоп ГАММА-1 для гамма-астрономических наблюдений в области энергий 50-5000 МэВ. *Астрономический журнал*, 1986, т. 63, №5, с. 856-866.
2. **Н.П. Топчиев**, А.М. Гальпер, В. Бонвичини и др. Эксперимент “ГАММА-400”: состояние и перспективы. *Известия РАН (сер. физ.)*, 2015, т. 79, №3, с. 454–457.
3. V. Akimov, **N. Topchiev**, A. Galper, et al. The gamma-ray telescope GAMMA-1, *Space Science Reviews*, 1988, v. 49, no. 1-2, pp. 111-124.
4. V. Akimov, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Determination of the characteristics of the gamma-ray telescope GAMMA-1, *Space Science Reviews*, 1988, v. 49, no. 1-2, pp. 125-138.
5. V. Akimov, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Performance of GAMMA-1 telescope in flight: in Proc. 22nd International Cosmic Ray Conference, Dublin, 1991, v. 2, pp. 483-486.
6. С. Воронов, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Исследование и поиск гамма-пульсаров на обсерватории ГАММА-1. *Известия Академии наук (сер. физ.)*, 1993, т. 57, №4, с. 152-157.
7. В. Акимов, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Наблюдение пульсара PSR 0833-45 телескопом ГАММА-1, *Письма в Астрономический журнал*, 1991, т. 17, №6, с. 501-504.
8. V. Akimov, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Analysis of the temporal behavior of the Vela pulsar with the high-energy telescope GAMMA-1: in Proc. 22nd International Cosmic Ray Conference, Dublin, 1991, v. 1, pp. 153-156.

9. В. Акимов, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Особенности фазовой кривой светимости гамма-пульсара PSR 0833-45 по данным наблюдений телескопом ГАММА-1. Письма в Астрономический журнал, 1992, т. 18, №4, с. 315-321.
10. J. Olive, **N. Topchiev**, A. Galper, et al. Observation of the Vela gamma-ray pulsar with the GAMMA-1 telescope. Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 1993, v. 97, no. 1, pp. 325-327.
11. V.V. Akimov, A.M. Galper, **N.P. Topchiev**, et al. Time variations of high-energy gamma-emission of Vela pulsar observed by GAMMA-1 telescope. Advances in Space Research, 1993, v. 13, no. 12, pp. 657-664.
12. V.V. Akimov, A.M. Galper, **N.P. Topchiev**, et al. Geminga pulsar observations with gamma-telescope GAMMA-1. Advances in Space Research, 1993, v. 13, no. 12, pp. 739-742.
13. В. Акимов, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Кривая светимости гамма-пульсара Геминга на энергиях 400-4000 МэВ по данным телескопа ГАММА-1. Письма в Астрономический журнал, 1993, т. 19, №7, с. 579-582.
14. E. Chuikin, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Observation of high-energy gamma-radiation from the binary system Hercules X-1/HZ Hercules with GAMMA-1 telescope: in Proc. 23rd International Cosmic Ray Conference, Calgary, 1993, v. 1, pp. 184-187.
15. V. Akimov, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Observation of high energy gamma-rays from the Sun with GAMMA-1 telescope ($E > 30$ MeV): in Proc. 22nd International Cosmic Ray Conference, Dublin, 1991, v. 3, pp. 73-76.
16. В. Акимов, А. Гальпер, **Н. Топчиев** и др. Регистрация гамма-лучей высоких энергий телескопом ГАММА-1 при солнечных вспышках 26 марта и 15 июня 1991 г. Письма в Астрономический журнал, 1992, т. 18, №2, с. 167-172.
17. N. Leikov, A. Galper, **N. Topchiev**, et al. Spectral characteristics of high-energy gamma-ray solar flares. Astronomy and Astrophysics Supplement Series, 1993, v. 97, no. 1, pp. 345-348.
18. A.R. Bazer-Bachi, A.M. Galper, **N.P. Topchiev**, et al. High-energy gamma rays from the Sun as seen by the Gamma-1 telescope. Nuclear Physics B Supplements, 1993, v. 33AB, no. 1-2, pp. 208-212.
19. А. Гальпер, В. Земсков, **Н. Топчиев** и др. Временная структура гамма-излучения солнечной вспышки 26 марта 1991 г. Известия Академии наук (сер. физ.), 1993, т. 57, №7, с. 132-134.
20. N.G. Leikov, A.M. Galper, **N.P. Topchiev**, et al. Energy spectra of solar flare gamma-ray emission in the range 0.03-2 GeV registered by Gamma-1 telescope. Advances in Space Research, 1993, v. 13, no. 9, pp. 249-253.
21. А. Бененсон, Л. Курносова, М. Русакович, **Н. Топчиев**, М. Фрадкин. Газовый черенковский счетчик большой площади для исследования космического излучения. Приборы и техника эксперимента, 1986, №4, с. 45-48.
22. V. Dogiel, M. Fradkin, L. Kurnosova, L. Razorenov, M. Rusakovich, **N. Topchiev**. Some tasks of observational gamma-ray astronomy in the energy range 5-400 GeV. Space Science Reviews, 1988, v. 49, pp. 215-226.

23. M.I. Fradkin, V.L. Ginzburg, L.V. Kurnosova, **N.P. Topchiev**, et al. Some problems of the detection of high-energy gamma-radiation in space. *Advances in Space Research*, 1995, v. 15, no. 5, pp. 93-94.
24. M.I. Fradkin, V.L. Ginzburg, L.V. Kurnosova, **N.P. Topchiev**, et al. Gamma-radiation of the high energy and GAMMA-400 project: in Proc. 24th International Cosmic Ray Conference, v. 3, pp. 705-708, 1995.
25. В.Л. Гинзбург, Л.В. Курносова, **Н.П. Топчиев** и др. К вопросу о роли альbedo из калориметра телескопа «ГАММА-400» при регистрации первичного гамма-излучения: *Известия Академии наук (сер. физ.)*, 1997, т. 61, №3, с. 613-615.
26. В. Гинзбург, Л. Курносова, **Н. Топчиев** и др. Российский вариант телескопа для регистрации диффузного гамма-излучения в области энергий 10-1000 ГэВ: *Известия Академии наук (сер. физ.)*, 2005, т. 69, №3, с. 428-430.
27. В.Л. Гинзбург, Л.В. Курносова, **Н.П. Топчиев**, и др. Разработка гамма-телескопа ГАММА-400 для регистрации космического гамма-излучения с энергиями до 1 ТэВ. *Космические исследования*, 2007, т. 45, №5, с. 475-477.
28. В.Л. Гинзбург, **Н.П. Топчиев**, М.И. Фрадкин и др. Модернизированный гамма-телескоп ГАММА-400 для регистрации космического гамма-излучения с энергиями до 3 ТэВ. *Известия РАН (сер. физ.)*, 2009, т. 73, №5, с. 703-705.
29. А.М. Гальпер, **Н.П. Топчиев**, Р.Л. Аптекарь и др. Научные задачи и современное состояние проекта ГАММА-400. *Известия РАН (сер. физ.)*, 2011, т. 75, №6, с. 926-928.
30. A.M. Galper, R.L. Aptekar, **N.P. Topchiev**, et al. The possibilities of simultaneous detection of gamma rays, cosmic-ray electrons and positrons on the GAMMA-400 space observatory. *Astrophys. Space Sci. Trans.*, 2011, v. 7, pp. 75-78.
31. A.M. Galper, R.L. Aptekar, **N.P. Topchiev**, et al. GAMMA-400 space observatory. II *Nuovo Cimento*, 2011, v. 34C, no. 3, pp. 71-75.
32. А.М. Гальпер, С.В. Борисов, **Н.П. Топчиев** и др. Метод восстановления направления прилета гамма-квантов в системе конвертер и калориметр. *Краткие сообщения по физике, ФИАН*, 2011, №7, с. 14-23.
33. A.M. Galper, O. Adriani, **N.P. Topchiev**, et al. Status of the GAMMA-400 project. *Advances in Space Research*, v. 51, no. 2, pp. 297-300(2013).
34. A.M. Galper, O. Adriani, **N.P. Topchiev**, et al. Design and performance of the GAMMA-400 gamma-ray telescope for the dark matter searches. *AIP Conf. Proc.*, v. 1516, pp. 288-292, 2013.
35. E. Mocchiutti, A.M. Galper, **N.P. Topchiev**, et al. The GAMMA-400 space experiment: gammas, electrons and nuclei measurements, *Nuclear Physics B (Proc. Suppl.)*, v. 239-240, pp. 204-209, 2013.
36. А.М. Гальпер, О. Адриани, **Н.П. Топчиев** и др. Характеристики гамма-телескопа ГАММА-400 для поиска следов темной материи. *Известия РАН (сер. физ.)*, 2013, т. 77, №11, с. 1605-1608.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой компетентностью в разработке методов создания научной

аппаратуры как для астрофизических исследований в космосе и на земле, так и ядерных исследований на ускорителях.

Основной целью диссертационной работы Н.П. Топчиева является разработка новых методов и создание научной аппаратуры (гамма-телескопов) с уникальными характеристиками для проведения астрофизических исследований гамма-излучения ($E_\gamma \gtrsim 100$ МэВ) и сверхвысоких ($E_\gamma \gtrsim 100$ ГэВ) энергий. При регистрации гамма-квантов с энергией 100 ГэВ угловое и энергетическое разрешения гамма-телескопа составят $\sim 0,01^\circ$ и $\sim 1\%$, соответственно, что превышает характеристики существующих и планируемых зарубежных космических и наземных гамма-телескопов в 5-10 раз. Это позволит получить новые данные для идентификации многих дискретных гамма-источников, данные о физических условиях в этих объектах, о свойствах межзвездного и межгалактического пространства (состав и плотность вещества, напряженность магнитных полей), о физических процессах, происходящих на Солнце во время вспышек, а также данные для определения природы «темной материи» во Вселенной, развития теории происхождения и ускорения космических лучей, физики элементарных частиц и использовать их при проектировании научной аппаратуры для исследования гамма-излучения, космических лучей, солнечных вспышек на космических аппаратах, а также в разработках экспериментальной ядерно-физической аппаратуры для проведения экспериментов на ускорителях.

Важным преимуществом разработанного гамма-телескопа ГАММА-400 является использование времяпролетной системы для защиты от потерь гамма-квантов, которая может быть связана с симуляцией заряженных частиц обратными токами от калориметра. Такой защиты нет ни на одном из действующих или планируемых космических гамма-телескопов. По этой причине гамма-телескоп ГАММА-400 будет давать методически более надежную информацию об абсолютных значениях потоков гамма-квантов.

Важно, что уникальные характеристики гамма-телескопа поддержаны также его высокой светосилой, по сравнению с другими современными инструментами, такими как вступившими недавно в строй телескопами CALET и DAMPE. Это позволит продвинуться в область высоких энергий, обеспечив существенное пересечение наблюдаемой области энергий с диапазоном, доступным в наблюдениях наземными черенковским гамма-телескопам. Это позволит проверить и прокалибровать достаточно сложные методики таких наземных наблюдений.

Весьма полезным свойством гамма-телескопа ГАММА-400 является также возможность регистрировать боковые события – частицы, проходящие только через калориметр и боковые сцинтилляционные детекторы. Это может позволить с хорошей надежностью и хорошим энергетическим разрешением измерить спектр энергий электронов космических лучей и, возможно, спектры некоторых ядер.

Разработка гамма-телескопа ГАММА-400 основана на опыте реализации телескопа ГАММА-1, который в свое время (1980-е – 1990-е годы) тоже

позволил реализовать новые прорывные решения. Опыт разработки и реализации ГАММА-1 послужил надежной основой для дальнейшего продвижения в области гамма-астрономии. Уникальные характеристики гамма-телескопа ГАММА-400 позволяют утверждать, что реализация проекта позволит осуществить существенный прорыв в гамма-астрономии.

Помимо основного содержания диссертации хотелось бы отметить интересный и полный обзор литературы.

Научная новизна полученных результатов

В представленной диссертации разработаны и реализованы новые методы создания научной аппаратуры для проведения на космических аппаратах астрофизических исследований высокоэнергичного гамма-излучения. В эксперименте ГАММА-1 впервые было зарегистрировано высокоэнергичное (до нескольких ГэВ) гамма-излучение от солнечных вспышек, впервые в мировой практике была применена переориентация космического аппарата с гамма-телескопом для эффективного наблюдения гамма-источников и солнечных вспышек. В разработанном при активном участии диссертанта гамма-телескопе ГАММА-400, который предназначен для исследования космического гамма-излучения в диапазоне высоких ($E_\gamma \gtrsim 100$ МэВ) и сверхвысоких ($E_\gamma \gtrsim 100$ ГэВ) энергий на высокоапогейной орбите, будут обеспечены уникальные характеристики (угловое и энергетическое разрешения составляют $\sim 0,01^\circ$ и $\sim 1\%$ при регистрации гамма-квантов с энергией 100 ГэВ). Ожидаемые характеристики прибора значительно превышают характеристики зарубежных космических и наземных гамма-телескопов.

Научно-практическая значимость работы

Достигнутые в работе характеристики гамма-телескопа ГАММА-400 превышают характеристики зарубежных космических и наземных гамма-телескопов в 5-10 раз. В случае успешной реализации проекта ГАММА-400 будут получены новые данные для идентификации многих дискретных гамма-источников, данные о физических условиях в этих объектах, о свойствах межзвездного и межгалактического пространства (состав и плотность вещества, напряженность магнитных полей), о физических процессах, происходящих на Солнце во время вспышек, а также данные для определения природы «темной материи» во Вселенной, развития теории происхождения и ускорения космических лучей. Результаты будут, несомненно, востребованы при проектировании научной аппаратуры для исследования гамма-излучения, космических лучей, солнечных вспышек на космических аппаратах, а также в разработках экспериментальной ядерно-физической аппаратуры для проведения экспериментов на ускорителях.

Личный вклад автора

Топчиев Н.П. внес основной вклад на следующих этапах работы: постановка задач, разработка и создание гамма-телескопов, разработка и испытание методик проведения экспериментов, постановка и проведение измерений в космическом пространстве. Аналитические расчеты, компьютерное

моделирование и обработка экспериментальных данных осуществлялись при непосредственном участии соискателя. Оформлению публикаций предшествовали коллективные обсуждения. Тексты многих публикаций написаны либо лично, либо при непосредственном участии соискателя.

На заседании 25 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Топчиеву Н.П. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики»), участвовавшие в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение ученой степени – 18,
против присуждения ученой степени – 0,
недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета,
академик, д.т.н.

_____ Месяц Геннадий Андреевич

Учёный секретарь диссертационного совета,
д.ф.-м.н.

_____ Баранов Сергей Павлович

25 декабря 2017 г.