

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 0200.007
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА
ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 12 сентября 2024 г., протокол № 15

О присуждении **Шестаковой Татьяне Павловне**, гражданке России, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Квантование гравитации в формализме расширенного фазового пространства» по специальности 1.3.3 в виде рукописи принята к защите 27 июня 2024 г., протокол № 13, диссертационным советом ПДС 0200.007 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; приказ от 5 декабря 2022 г. №720).

Соискатель **Шестакова Татьяна Павловна**, 1971 года рождения, в 1994 году с отличием окончила Ростовский государственный университет по специальности «Физика».

В 2001 году в диссертационном совете на базе Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Квантовая геометродинамика космологической модели Бианки IX в расширенном фазовом пространстве» по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

В 2004 году получила ученое звание доцента.

В период подготовки диссертации являлась доцентом кафедры теоретической и вычислительной физики физического факультета Южного федерального университета, где и работает по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре теоретической и вычислительной физики физического факультета Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научного консультанта не имеет.

Официальные оппоненты:

- **Березин Виктор Александрович**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.02 – теоретическая физика), старший научный сотрудник Отдела теоретической физики Института ядерных исследований РАН,
 - **Иващук Владимир Дмитриевич**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.02 – теоретическая физика), ведущий научный сотрудник отдела координации научных исследований и разработок Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФГБУ ВНИИМС),
 - **Рубин Сергей Георгиевич**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий), главный научный сотрудник кафедры № 40 «Физика элементарных частиц» ФГАУ ВО НИЯУ «Московский инженерно-физический институт»,
 - **Сушков Сергей Владимирович**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.02 – теоретическая физика), доцент, заведующий кафедрой теории относительности и гравитации Института физики Казанского (Приволжского) федерального университета
- дали положительные отзывы о диссертации.

Соискатель имеет 43 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 28, из них 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных «Перечнем ВАК РФ», 17 – в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных «Scopus». Общий объем публикаций 16,3 п. л.

Авторский вклад 97%.

Наиболее значимые публикации:

1. T. P. Shestakova, The "extended phase space" approach to quantum geometrodynamics // Proceedings of the 3rd Stueckelberg workshop on relativistic field theories, Pescara, Italy, 8 – 18 July 2008 (eds. N. Carlevaro, R. Ruffini and G. V. Vereshchagin) – 2010 – Cambridge Scientific Publishers – P. 293-301.
2. T. P. Shestakova, Hamiltonian formulation for the theory of gravity and canonical transformations in extended phase space // Class. Quantum Grav. – 2011 – V. 28 – 055009 – P. 1-14.
3. T. P. Shestakova, On canonical transformations of gravitational variables in extended phase space // Gravitation & Cosmology – 2011 – V. 17 – P. 67-70.
4. T. P. Shestakova, A view on the problems of quantum gravity // J. Phys. Conf. Ser. – 2012 – V. 360 – 012015 – P. 1-4.
5. T. P. Shestakova, The formulation of general relativity in extended phase space as a way to its quantization // Proceedings of the Twelfth Marcel Grossmann Meeting on general relativity, Paris, France, 2009 (eds. T. Damour, R. T Jantzen and R. Ruffini) – 2012 – Singapore – World Scientific – P. 1462-1464.
6. T. P. Shestakova, Generalized spherically symmetric gravitational model: Hamiltonian dynamics in extended phase space and the BRST charge // Gravitation

& Cosmology – 2014 – V. 20 – P. 67-79.

7. T. P. Shestakova, Hamiltonian dynamics in extended phase space for gravity and its consistency with Lagrangian formalism: a generalized spherically symmetric model as an example // Proceedings of the Thirteenth Marcel Grossmann Meeting on general relativity, Stockholm, Sweden, 2012 (eds. R. T Jantzen, K. Rosquist and R. Ruffini) – 2015 – Singapore – World Scientific – P. 1880-1882.

8. T. P. Shestakova, Is the Wheeler – DeWitt equation more fundamental than the Schrödinger equation? // Int. J. Mod. Phys. D – 2018 – V. 27 – 1841004 – P. 1-15.

9. T. P. Shestakova, On the meaning of the wave function of the Universe // Int. J. Mod. Phys. D – 2019 – V. 28 – 1941009 – P. 1-16.

10. T. P. Shestakova, Wave function of the Universe, path integrals and gauge invariance // Gravitation & Cosmology – 2019 – V. 25 – P. 289-296.

11. T. P. Shestakova, Is the Copenhagen interpretation inapplicable to quantum cosmology? // Universe – 2020 – V. 6 – 128 – P. 1-20.

12. T. P. Shestakova, On A. D. Sakharov's hypothesis of cosmological transitions with changes in the signature of the metric // Universe – 2021 – V. 7 – 151 – P. 1-11.

13. T. P. Shestakova, The birth of the Universe as a result of the change of the metric signature // Physics – 2022 – V. 4 – P. 160-171.

14. R. I. Ayala Oña, D. P. Kislyakova and T. P. Shestakova, On the appearance of time in the classical limit of quantum gravity // Universe – 2023 – V. 9 – 85 – P. 1-14.

15. R. I. Ayala Oña, M. B. Kalmykov, D. P. Kislyakova, T. P. Shestakova, The semi-classical limit of quantum gravity and the problem of time // Int. J. Mod. Phys. D – 2023 – 2340003 – P. 1-20.

На автореферат диссертации поступили положительные отзывы, отзывы подписали:

– **Бурдюжа Владимир Владимирович**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.03.02 – астрофизика), ведущий научный сотрудник Ядерного отделения Физического института им. П. Н. Лебедева РАН. Замечаний нет.

– **Гальцов Дмитрий Владимирович**, гражданин России, доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.02 – теоретическая физика), профессор кафедры теоретической физики физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова. Замечаний нет.

– **Черкас Сергей Леонидович**, гражданин Республики Беларусь, кандидат физико-математических наук (по специальности 01.04.02 – теоретическая физика), ведущий научный сотрудник лаборатории фундаментальных взаимодействий НИИ ядерных проблем при Белорусском государственном университете. К недостаткам работы автор отзыва относит то, что исследуется только картина Шредингера, и не уделяется достаточное внимание картине

Гейзенберга; высказывается сомнение, что, если в реальной Вселенной имеет место зависимость от калибровки и изменение сигнатуры метрики, удастся найти корректное описание квантовой стадии эволюции Вселенной.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

Березин Виктор Александрович является крупным специалистом в области гравитации и космологии ранней Вселенной, квантования гравитации. В его работах затрагивался широкий спектр вопросов, например, вакуумные фазовые переходы, инфляционные модели, построение космологических моделей в теориях Калуцы – Клейна; целый ряд работ посвящен квантовой геометродинамике черных дыр.

Основные публикации оппонента:

1. V. A. Berezin et al., On the cosmological solutions in Weyl geometry, // JCAP – 2021 – V. 11 – 053.
2. V. A. Berezin, V. I. Dokuchaev, Supervisor of the Universe // MDPI Physics – 2021 – V. 3 – P. 814-820.
3. V. A. Berezin, V. I. Dokuchaev, Cosmological particle creation in Weyl geometry // Class. Quantum Grav. – 2023 – V. 40 - -15006.
4. V. A. Berezin, V. I. Dokuchaev, Weyl geometry, particle production and induced gravity // Phys. Part. Nucl. Lett. – 2023 – V. 20 – P. 490-494.
5. V. A. Berezin, I. D. Ivanova, Conformal invariance and phenomenology of particle creation: Weyl geometry vs. Riemannian geometry // Theor. Math. Phys. – 2023 – V. 216 – P. 1287-1298.

Ивашук Владимир Дмитриевич является признанным специалистом по многомерным космологическим моделям, которые рассматривал как с классической, так и с квантовой точки зрения. Исследовал поворот Вика в гравитации, вопрос, которому в диссертации отводится определенное внимание, как в связи с обсуждением подхода Хартла и Хокинга (так называемый "евклидов" подход к квантованию гравитации), так и в связи с гипотезой Сахарова об изменении сигнатуры метрики и вытекающим из этой гипотезы предположением о рождении Вселенной в результате изменения сигнатуры метрики.

Основные публикации оппонента:

1. A. N. Malybayev, K. A. Boshkayev, V. D. Ivashchuk, Quasinormal modes in the field of a dion-like dilatonic black hole // Eur. Phys. J. C – 2021 – V. 81 – 475.
2. S. V. Bolokhov, V. D. Ivashchuk, On generalized Melvin solutions for Lie algebras of rank 4 // Eur. Phys. J. Plus – 2021 – V. 136 – 225.
3. S. V. Bolokhov, V. D. Ivashchuk, On quasinormal modes in 4D black hole solutions in the model with anisotropic fluid // Eur. Phys. J. C – 2022 – V. 82 – 624.

4. V. D. Ivashchuk, A. A. Kobtsev, On stable exponential cosmological solutions with two factor spaces in $(1+m+2)$ -dimensional Einstein-Gauss-Bonnet model with Λ -term // *Phil. Trans. Roy. Soc. A* – 2022 – V. 380 – 20210177.
5. K. Boshkayev, G. Suliyeva, V. D. Ivashchuk, A. Urazalina, Circular geodesics of double-charged dilatonic black holes // *Eur. Phys. J. C* – 2024 – V. 84 – 19.

Рубин Сергей Георгиевич – известный специалист в области гравитации, космологии самой ранней Вселенной, эволюции дополнительных измерений, квантово-гравитационных эффектов на планковских масштабах.

Основные публикации оппонента:

1. V. V. Nikulin, S. G. Rubin, Inflationary limits on the size of compact extra space // *Int. J. Mod. Phys. D* – 2019 – V. 28 – 1941004.
2. A. A. Popov, S. G. Rubin, Evolution of sub-spaces at high and low energies // *Eur. Phys. J. C* – 2019 – V. 79 – 892.
3. P. Petriakova, S. G. Rubin, Self-tuning inflation // *Eur. Phys. J. C* – 2022 – V. 82 – 1048.
4. P. Petriakova, A. A. Popov, S. G. Rubin, Flexible extra dimensions // *Eur. Phys. J. C* – 2023 – V. 83 – 371.
5. K. A. Bronnikov, A. A. Popov, S. G. Rubin, Multi-scale hierarchy from multidimensional gravity // *Phys. Dark Univ.* – 2023 – V. 42 – 101378.

Сушков Сергей Владимирович – видный специалист в области гравитации, расширений общей теории относительности, скалярно-тензорных теорий, космологических моделей, ранней Вселенной, физики черных дыр и кротовых нор.

Основные публикации оппонента:

1. J. Matsumoto, S. V. Sushkov, General dynamical properties of cosmological models with nonminimal kinetic coupling // *JCAP* – 2018 – V. 01 – 040.
2. S. Capozziello, K. F. Dialektopoulos, S.V. Sushkov, Classification of the Horndeski cosmologies via Noether symmetries // *Eur. Phys. J. C* – 2018 – V. 78 – 447.
3. A. A. Starobinsky, S. V. Sushkov, M. S. Volkov, Anisotropy screening in Horndeski cosmologies // *Phys. Rev. D* – 2020 – V. 101 – 064039.
4. S. V. Sushkov, R. Galeev, Cosmological models with arbitrary spatial curvature in the theory of gravity with nonminimal derivative coupling // *Phys. Rev. D* – 2023 – V. 108 – 044028.
5. K. A. Bronnikov, P. E. Kashargin, S. V. Sushkov, Possible wormholes in a Friedmann universe // *Universe* – 2023 – V. 9 – 465.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложен новый оригинальный подход к квантованию гравитации, использующий формализм расширенного фазового пространства;
- предложена новая формулировка гамильтоновой динамика в расширенном

фазовом пространстве, которая представляет альтернативу как обобщенной гамильтоновой динамике Дирака, так и гамильтоновой формулировке, которая получается из эффективного действия Баталина – Фрадкина – Вилковьского;

- обобщен метод получения уравнения Шредингера из континуального интеграла для систем со связями, в том числе, калибровочных полей;
- предложена интерпретация полученных результатов, которая, с одной стороны, согласуется с основными положениями копенгагенской интерпретации квантовой теории, с другой стороны, полученные результаты можно рассматривать как математическую реализацию концепции "относительных состояний" Эверетта.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- показано, что существует класс преобразований в расширенном фазовом пространстве, включающий калибровочные степени свободы, которые являются каноническими преобразованиями в расширенном фазовом пространстве;
- проведен анализ различных методов квантования калибровочных полей в приложении к гравитационному полю с точки зрения калибровочной инвариантности полученных результатов и показано, что отсутствует строгое математическое доказательство калибровочной инвариантности уравнения Уилера – Де Витта;
- получены решения уравнения Шредингера для изотропной модели в различных калибровках (при выборе различных систем отсчета);
- исследована ситуация, когда в разных областях Вселенной вводятся различные калибровочные условия, и показано, что при переходе из одной области в другую изменяется гильбертово пространство состояний, это влечет за собой преобразование волновой функции, которое, вообще говоря, не является унитарным;
- применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы современные методы квантования калибровочных полей.

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

- предлагаемый подход в принципе применим к любой космологической модели или гравитирующей системе (какой является, например, черная дыра), а также к полной теории гравитации;
- полученные в рамках данного подхода результаты могут быть, в принципе, по мере увеличения точности, сопоставлены с результатами астрофизических наблюдений.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- в работе используется математический аппарат общей теории относительности и квантовой теории поля, методы квантования калибровочных полей;
- отправной точкой для формулировки гамильтоновой динамики в расширенном фазовом пространстве служит эффективно действие Баталина – Вилковьского;

- основным инструментом является метод континуального интегрирования, который широко применяется в современной квантовой теории поля;
- использована литература на русском и английском языках, список литературы включает 237 наименований.

Личный вклад соискателя состоит в разработке нового оригинального подхода к квантованию гравитации. Автору диссертации принадлежит постановка задач, их решение и интерпретация результатов. Следует отметить, что 24 из 28 опубликованных работ по теме диссертации написаны автором без соавторов.

На заседании 12 сентября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Шестаковой Татьяне Павловне ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета проголосовали: за – 10, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заключение диссертационного совета подготовлено доктором физико-математических наук, доцентом кафедры гравитации и космологии Учебно-научного института гравитации и космологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Фильченковым Михаилом Леонидовичем;

доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником Центра гравитации и фундаментальной метрологии федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» (ФБГУ ВНИИМС) Бронниковым Кириллом Александровичем;

доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры теоретической физики Московского государственного педагогического университета Фроловым Борисом Николаевичем.

Дата заседания

12 сентября 2024 г.

Председатель диссертационного совета ПДС 0200.007

Ю. П. Рыбаков

Ученый секретарь
диссертационного совета ПДС 0200.007

С. А. Будочкина

