

Заключение диссертационного совета МГУ.013.7
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 5 декабря 2024 г., № 1

О присуждении Павлову Владиславу Игоревичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Тепловые и термодинамические эффекты в высокочастотных оптических микрорезонаторах» по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики принята к защите диссертационным советом 17.10.2024 г., протокол № 1П.

Соискатель Павлов Владислав Игоревич, 1997 года рождения, в 2020 году окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, в 2024 году окончил аспирантуру физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Соискатель работает младшим научным сотрудником научно-технического центра «Оптические измерения» ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений».

Диссертация выполнена на кафедре физики колебаний физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Биленко Игорь Антонович, профессор кафедры физики колебаний физического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Мурзина Татьяна Владимировна, доктор физико-математических наук, доцент кафедры квантовой электроники физического факультета, Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Губин Михаил Александрович, доктор физико-математических наук, высококвалифицированный главный научный сотрудник лаборатории стандартов частоты, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Тархов Михаил Александрович, кандидат физико-математических наук, начальник научно-исследовательской лаборатории квантовых технологий, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них 5 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ.

1. Павлов В. И., Кондратьев Н. М., Лобанов В. Е. Моделирование нелинейных процессов в высокодобротных микрорезонаторах в режиме затягивания частоты с учётом тепловых эффектов // Известия высших учебных заведений. Радиофизика. – 2023. – Т. 66, No 2-3. – С. 176-186. «авт.вклад 0.4 п.л. из 0.6 п.л.»
Pavlov V. I., Kondratiev N. M., Lobanov V. E. Simulation of Nonlinear Processes in High-Q Microresonators in the Self-Injection Locking Regime with Account of Thermal Effects //Radiophysics and Quantum Electronics. – 2023. – Т. 66. – №. 2. – С. 157-166. JIF 0.8. «авт.вклад 0.4 п.л. из 0.6 п.л.».
2. Pavlov V. I., Kondratiev N. M., Shitikov A. E., Lobanov V. E. Microresonator Effective Thermal Parameters Definition via Thermal Modes Decomposition //Photonics. – MDPI, 2023. – Т. 10. – №. 10. – С. 1131. JIF 2.1. «авт.вклад 1 п.л. из 1.3 п.л.».
3. Балакирева И. В., Блинов И. Ю., Павлов В. И., Хатырев Н. П. Состояние и перспективы применения устройств на оптических резонаторах с модами шепчущей галереи в метрологии времени и частоты // Измерительная техника. — 2020. — No 3. — С. 24–28. «авт.вклад 0.1 п.л. из 0.3 п.л.».
Balakireva I.V., Blinov I.Y., Pavlov V.I., Khatyrev N. P. Devices with Whispering Gallery Mode Optical Resonators: Current State of Research and Prospects for their Application in Time and Frequency Metrology //Measurement Techniques. – 2020. – Т. 63. – №. 3. – С. 199-203. JIF 0.5. «авт.вклад 0.1 п.л. из 0.3 п.л.».
4. Lobanov V. E., Borovkova O. V., Vorobyev A. K., Pavlov V. I., Chermoshentsev D. A., Bilenko I. A. Fragmentation of stability domains of dark solitons, dark breathers, and drifting solitons at high pump intensities in normal-dispersion Kerr microresonators //Physical Review A. – 2024. – Т. 109. – №. 3. – С. 033524. JIF 2.6. «авт.вклад 0.08 п.л. из 0.8 п.л.».
5. Galkin M. L., Chermoshentsev D. A., Pavlov V. I., Shitikov A. E., Lonshakov E. A., Lobanov V. E., Bilenko I. A, Fabry-Pérot laser diode spectrum switching by controllable self-injection locking to a high-quality-factor optical microresonator //Optics Continuum. – 2024. – Т. 3. – №. 6. – С. 948-961. JIF 1.1. «авт. вклад 0.3 п.л. из 0.9 п.л.».

На автореферат поступил один дополнительный положительный отзыв.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области нелинейной оптики и физики измерений и имеют публикации по указанной тематике.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задачи

разработки метода для точного учета тепловых и термодинамических эффектов в системах с высокодобротными оптическими микрорезонаторами, поиск способов минимизации влияния данных эффектов на собственные частоты микрорезонаторов, имеющей значение для развития нелинейной оптики и физики измерений. Предложенные в работе методы позволяют более точно учитывать тепловые и термодинамические эффекты в системах с оптическими микрорезонаторами, что можно использовать как для компенсации их влияния, так и прецизионного управления параметрами микрорезонаторов.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Предложенная модель учета флуктуаций фазы в элементах связи лазера с микрорезонатором в режиме затягивания, учитывающая влияние терморефрактивного, термоупругого, броуновского и фотоупругого шумов позволяет определить параметры элемента связи, при которых вклад этих флуктуаций в нестабильность частоты лазера становятся сравнимым с вкладом флуктуаций в микрорезонаторе. Для интегрального микрорезонатора из нитрида кремния с межмодовым интервалом 100 МГц, добротностью 10^7 и планарным волноводом связи длина волновода не должна превышать 80 мм.
2. Предложенная модель расчета эффективных тепловых параметров с помощью разложения по тепловым модам, учитывающая тепловые процессы в волноводе, покрытии и подложке интегрального микрорезонатора позволяет повысить точность их определения. Для типичных интегральных микрорезонаторов из нитрида кремния с постоянной мощностью накачки расхождение с экспериментальными данными составляет менее 0.1 % против 2 % для модели с одной экспонентой. В случае импульсной накачки с длительностью импульса порядка 1 мкс ошибка расчета тепловых сдвигов частоты предложенным методом составляет менее 0.1 % вместо 70 % с использованием модели с одной экспонентой.
3. Для микрорезонаторов из фторида магния с радиусом более 2 мм оптимальная температура, при которой вклад терморефрактивных флуктуаций в микрорезонаторе в нестабильность его собственной частоты становится минимальным, составляет 75 °С.
4. Построенная численная модель для расчета динамического сдвига собственных частот микрорезонаторов позволяет учитывать как внешние источники тепла, так и нагрев резонансным оптическим излучением при произвольном окружении микрорезонатора, что обеспечивает соответствие с экспериментальными данными для микрорезонатора из фторида магния с диаметром 3 мм и толщиной 1 мм, расположенного на латунной ножке, с ошибкой менее 2 %.

На заседании 5 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Павлову В.И. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 4 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель
диссертационного совета,
профессор

Федянин А.А.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доцент

Карташов И.Н.