

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.136.01 (Д 002.100.02),  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ФИЗИКИ ТВЕРДОГО  
ТЕЛА ИМ. Ю.А. ОСИПЬЯНА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело №

решение диссертационного совета от 16.11.2021 г. № 39

О присуждении Гаврилову Сергею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Новые коллективные состояния поляритонов» по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния принята к защите 12.07.2021 г. (протокол заседания № 33) диссертационным советом 24.1.136.01 (Д 002.100.02), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела им. Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (142432, г. Черноголовка, Московская обл., ул. Академика Осипьяна, д. 2) на основании приказа Минобрнауки от 17.10.2019 г. № 965/нк.

Соискатель Гаврилов Сергей Сергеевич, 27.04.1980 г. рождения, в 2007 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук, диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Динамическая самоорганизация системы квазидвумерных экситонных поляритонов в условиях резонансного фотовозбуждения» защитил в 2008 г. в диссертационном совете Д 002.100.01, созданном на базе Института физики твердого тела Российской академии наук. Работает старшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института физики

твёрдого тела им. Ю.А. Осипьяна Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Лаборатории неравновесных электронных процессов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики твёрдого тела им. Ю.А. Осипьяна Российской академии наук.

Научного консультанта нет.

**Официальные оппоненты:**

- Арсеев Петр Иварович (доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, главный научный сотрудник),
- Глазов Михаил Михайлович (доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН, ведущий научный сотрудник),
- Игнатъев Иван Владимирович (доктор физико-математических наук, место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», физический факультет, профессор).

**На диссертацию поступили только положительные отзывы.** Официальные оппоненты высказали ряд замечаний и пожеланий, в основном касающихся возможных обобщений использованного теоретического подхода и желательности более подробного анализа границ его области применимости. При этом оппоненты подчеркивают, что замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки работы. Все оппоненты заключают, что диссертация С.С. Гаврилова полностью соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8.—физика конденсированного

состояния.

**Ведущая организация,** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ), **в своем положительном отзыве,** подписанном д.ф.-м.н., профессором, проректором МГУ Федяниным Андреем Анатольевичем, а также д.ф.-м.н., профессором, заведующим кафедрой квантовой электроники физического факультета МГУ Пановым Владимиром Ивановичем и д.ф.-м.н., доцентом кафедры квантовой электроники физического факультета МГУ Масловой Натальей Сергеевной, **указала,** что «диссертантом получен ряд принципиально новых результатов, связанных с эффектами петлевого параметрического рассеяния, спонтанного нарушения симметрии, перехода к хаосу и вторичного упорядочения в поляритонной системе, возбуждаемой плоской электромагнитной волной. Полученные результаты расширяют понимание природы поляритонных систем и могут найти применение в области создания новых источников когерентного излучения со свойствами детерминированного хаоса». Также отмечается, что «диссертация С.С. Гаврилова является самостоятельным завершенным оригинальным научным исследованием, достоверность результатов и обоснованность выводов не вызывают сомнений». В резолютивной части отзыва ведущей организации сказано, что «по актуальности тематики, обоснованности выводов, новизне положений и достоверности полученных результатов диссертационная работа С.С. Гаврилова «Новые коллективные состояния поляритонов» полностью отвечает критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. (ред. от 11.09.2021), а ее автор, Гаврилов Сергей Сергеевич, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния».

Соискатель имеет 48 опубликованных работ, индексируемых международной системой Web of Science, в том числе **по теме диссертации опубликовано 34 работы**, из них 32 статьи в периодических рецензируемых научных журналах и 2 статьи в журналах-сборниках трудов конференций. Диссертация не содержит недостоверных сведений об опубликованных соискателем научных работах. Среди наиболее значительных работ С.С. Гаврилова только за период 2016–2021 гг., результаты которых отражены в диссертации, можно выделить следующие.

1. Неравновесные переходы, хаос и химерные состояния в системах экситонных поляритонов / С.С. Гаврилов // Успехи Физических Наук. – 2020. – Т. 190, № 2. – С. 137–159.
2. Polariton Chimeras: Bose-Einstein Condensates with Intrinsic Chaoticity and Spontaneous Long-Range Ordering / S.S. Gavrilov // Physical Review Letters. – 2018. – Vol. 120, Iss. 3. – P. 033901
3. Loop parametric scattering of cavity polaritons / S.S. Gavrilov // Physical Review B. – 2021. – Vol. 103, Iss. 18. – P. 184304
4. Spontaneous formation of vortices and gray solitons in a spinor polariton fluid under coherent driving / S.S. Gavrilov // Physical Review B. – 2020. – Vol. 102, Iss. 10. – P. 104307.
5. Stochastic and deterministic switches in a bistable polariton micropillar under short optical pulses / A.V. Uvarov, S.S. Gavrilov, V.D. Kulakovskii, N.A. Gippius // Physical Review A. – 2019. – Vol. 99, Iss. 3. – P. 033837
6. Ultrafast strain-induced switching of a bistable cavity-polariton system / A.A. Demenev, D.D. Yaremkevich, A.V. Scherbakov, S.M. Kukhtaruk, S.S. Gavrilov, D.R. Yakovlev, V D. Kulakovskii, M. Bayer // Physical Review B. – 2019. – Vol. 100, Iss. 10. – P. 100301 (R)
7. О новом механизме поляритон-поляритонного рассеяния / С.С. Гаврилов // Письма в Журнал Экспериментальной и Теоретической Физики. – 2017. – Т. 105, № 3. – С. 187–192

8. Polariton Pattern Formation and Photon Statistics of the Associated Emission / C.E. Whittaker, B. Dzurnak, O.A. Egorov, G. Buonaiuto, P.M. Walker, E. Cancellieri, D.M. Whittaker, E. Clarke, S.S. Gavrilov, M.S. Skolnick, D.N. Krizhanovskii // Physical Review X. – 2017. – Vol. 7, Iss. 3. – P. 031033
9. Towards spin turbulence of light: Spontaneous disorder and chaos in cavity-polariton systems / S.S. Gavrilov // Physical Review B. – 2016. – Vol. 94, Iss. 19. – P. 195310
10. Controlled spin pattern formation in multistable cavity-polariton systems / S.S. Gavrilov, V.D. Kulakovskii // JETP Letters. – 2016. – Vol. 104, Iss. 12. – P. 827–832.

На автореферат поступил положительный отзыв С.А. Тарасенко (д.ф.-м.н., профессор РАН, ведущий научный сотрудник ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН), который отмечает, что «актуальность темы исследований, научная и практическая значимость полученных результатов не вызывают сомнений». Также высказываются два замечания. В первом из них говорится о наличии в автореферате не вполне ясных речевых оборотов, а во втором — об эффекте продольно-поперечного расщепления в микрорезонаторах, влияние которого, по мнению автора отзыва, следовало бы обсудить. При этом отмечается, что «высказанные замечания не снижают общее, положительное, впечатление от работы» и дается заключение, что «работы С.С. Гаврилова, составившие основу диссертации, являются крупным научным достижением в физике конденсированного состояния».

**Выбор официальных оппонентов** и ведущей организации обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации являются лидирующими специалистами в области физики низкоразмерных электронных систем и имеют значительное число опубликованных работ в областях, общих по тематике с диссертацией. В частности, официальные оппоненты П.И. Арсеев и М.М. Глазов – выдающиеся физики-теоретики, члены-корреспонденты РАН, общепризнанные эксперты в области физики конденсированного состояния,

неравновесных процессов в низкоразмерных электронных системах и физики экситонов. Официальный оппонент И.В. Игнатьев – физик-экспериментатор, профессор СПбГУ, основной участник научной группы, в которой проводятся экспериментальные исследования в области физики полупроводниковых гетероструктур, экситонов и экситонных поляритонов. Ведущая организация – МГУ им. М.В. Ломоносова – представлена кафедрой квантовой электроники Физического факультета, сотрудники которой также являются общепризнанными экспертами по всему спектру вопросов, затронутых в диссертации, включая экситоны, поляритоны, квантовую когерентность, нелинейные динамические явления, стохастические процессы, самоорганизацию и образование коллективных состояний в системах пониженной размерности.

**Диссертационный совет отмечает,** что на основании выполненных соискателем исследований им разработана теория, существенно расширившая сложившиеся представления о поляритонных системах и позволившая описать новые физические явления, такие как петлевое параметрическое рассеяние поляритонов, а также установить неожиданные аналогии между конденсатами Бозе-Эйнштейна и когерентными поляритонными состояниями в сильном электромагнитном поле.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что был открыт новый класс критических явлений в двумерной поляритонной системе. Построена модель неравновесных переходов в условиях оптической мультистабильности, управляемых лазерными или акустическими (деформационными) импульсами малой длительности. В рамках приближения среднего поля развита теория параметрического рассеяния с учетом обратного воздействия рассеянных поляритонных мод на фотовозбуждаемый конденсат и обнаружен эффект образования между ними положительной обратной связи, приводящий к динамике системы в режиме с обострением. Теоретически предсказано макроскопическое петлевое рассеяние поляритонов в микрорезонаторах полигональной формы. Разработана теория спонтанного нарушения спиновой и пространственной

симметрии поляритонной системы, описаны эффекты быстрой поляризационной конверсии излучения. Установлен механизм перехода к динамическому пространственно-временному хаосу в однородной двумерной системе, возбуждаемой плоской электромагнитной волной. Для аналогичной (исходно полностью однородной) поляритонной системы было теоретически предсказано спонтанное образование в ней дискретных пространственных структур, а также «топологических» возбуждений: темных солитонов и квантованных вихрей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для **практики** подтверждается тем, что были сделаны новые предсказания для проведения экспериментов, а также предложены новые объяснения имеющихся экспериментальных данных и развиты теоретические методы применительно к новым объектам исследования. Теоретическое исследование низкоразмерных поляритонных систем является востребованным, в частности, в связи с перспективой использования переключений в гетероструктурах в режиме сильной экситон-фотонной связи в качестве принципиальной основы для нового поколения быстрых оптических переключателей, логических элементов и запоминающих устройств. Работа соискателя носит в основном теоретический характер, однако то обстоятельство, что ряд предсказанных соискателем новых эффектов неравновесных переходов наблюдался экспериментально, открывает потенциальную возможность их практического использования в оптоэлектронике. Полученные результаты в перспективе могут послужить созданию новых оптических переключателей, а также источников непрерывного когерентного излучения, в котором амплитуда и круговая поляризация осциллируют с пикосекундным характерным периодом или обнаруживают детерминированный пространственно-временной хаос.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается корректностью постановки исследовательских задач, базируется на надежности и обоснованности применяемых методов. Значительная часть результатов диссертации получила прямое экспериментальное подтверждение. В частности, был экспериментально

обнаружен режим с обострением при параметрическом рассеянии поляритонов, эффект нарушения спиновой симметрии и быстрой поляризационной конверсии излучения, эффект инверсии круговой поляризации при изменении амплитуды конденсата, находящегося в постоянном магнитном поле, а также продемонстрирована возможность переключения состояний поляритонов под действием акусто-деформационных импульсов пикосекундной длительности. Хорошее согласие между экспериментами и теорией служит подтверждением правильности теоретического подхода и свидетельствует о достоверности тех теоретических результатов, которые пока не были проверены экспериментально. Кроме того, результаты работы прошли апробацию на профильных российских и международных конференциях, где вызвали большой интерес. В частности, автор выступал с приглашенными докладами на XII, XIII и XIV Российских конференциях по физике полупроводников, международном симпозиуме «Нанопфизика и наноэлектроника» и т. д.

**Личный вклад** соискателя во все работы, включенные в диссертацию, был определяющим. Большое число работ опубликовано С.С. Гавриловым без соавторов в ведущих мировых и отечественных физических журналах, таких как «Успехи физических наук», «Письма в ЖЭТФ», «Physical Review Letters», «Physical Review B» и др. В теоретических работах, опубликованных в соавторстве, соискателю принадлежит решающий вклад в постановку задачи, выбор методов и проведение расчетов. В работах, опубликованных в соавторстве с экспериментаторами, соискателю принадлежит теоретическая часть работы, предсказание и/или интерпретация полученных экспериментальных результатов. Личный вклад соискателя также состоит в апробации результатов исследования, выступлениях на профильных конференциях и научных семинарах.

**Диссертационный совет** заключает, что диссертация С.С. Гаврилова является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, совокупность



результатов которой можно квалифицировать как значительное научное достижение.

Работа С.С. Гаврилова полностью отвечает всем критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук в соответствии с п. 9 Положения о присуждении ученых степеней Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.

На заседании 16 ноября 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Гаврилову С.С. ученую степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 22 доктора наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 22, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук



Левченко Александр Алексеевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор технических наук

Курлов Владимир Николаевич

17 ноября 2021 г.