



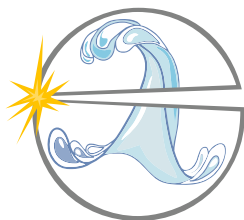
СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

SIBERIAN
FEDERAL
UNIVERSITY



ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. КИРЕНСКОГО
Сибирского отделения Российской академии наук
ФИЦ КНЦ СО РАН

**ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**



ЕНИСЕЙСКАЯ ФОТОНИКА — 2022

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

ТОМ 2

Красноярск
19–24 сентября 2022 года

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

Российская академия наук
Сибирское отделение
Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр»
Институт физики им. Л. В. Киренского

ЕНИСЕЙСКАЯ ФОТОНИКА – 2022

Всероссийская научная конференция
с международным участием

тезисы докладов

Том 2

19–24 сентября 2022 г.

Красноярск
2022

УДК 535
ББК 22.34
Е 63

Енисейская Фотоника – 2022. Всероссийская научная конференция с международным участием. Тезисы докладов. 19–24 сентября 2022 года, Красноярск. Т. 2. – Изд-во ИФ СО РАН, 2022. – 164 с.

В сборнике представлены тезисы докладов второй Всероссийской научной конференции с международным участием «Енисейская Фотоника – 2022», проходившей в г. Красноярске с 19 по 24 сентября 2022 г. Сборник предназначен для научных сотрудников, аспирантов, преподавателей и студентов, интересующихся проблемами фотоники, оптики и спектроскопии. Подготовка и проведение конференции осуществлены при поддержке Красноярского краевого фонда науки (договор № 313 от 09.06.2022) и Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» Министерства образования и науки Российской Федерации. Тексты печатаются по решению Программного комитета конференции в авторской редакции.

ISBN 978-5-6045250-1-2

ISBN 978-5-6045250-1-2



© Коллектив авторов, 2022
© Сибирский федеральный университет, 2022
© Институт физики им. Л. В. Киренского, 2022

ЭМТИОН - это российская компания, специализирующаяся на производстве и поставках аналитического и технологического оборудования.

Ведущие специалисты компании имеют 15-летний опыт работы в области приборостроения. ЭМТИОН может предложить Заказчикам как отдельные конкурентные решения, так и комплексное оснащение лабораторий, начиная с этапов проработки концепции и предпроектных работ и заканчивая вводом оборудования в эксплуатацию.

Атомно-силовая микроскопия



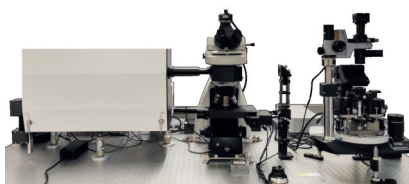
Поддержка всех существующих методик измерений (атомно-силовая микроскопия, магнитно-силовая микроскопия, электро-силовая микроскопия, силовая микроскопия пьезоотклика, измерения в вакууме, в жидкости, электрохимических средах и др.)

Прыжковая микроскопия для количественного наномеханического анализа

Диапазон сканирования 100x100x10 мкм

Разрешение по оси Z - 0,05 нм

Комбинированные АСМ – Раман системы



Одновременные исследования образцов методами сканирующей зондовой микроскопии и конфокальной микроскопии/спектроскопии комбинационного рассеяния (Раман)

Зондово-усиленная Рамановская/флуоресцентная спектроскопия (TERS, EFS5, TERFS)

Одновременное использование до 5-ти лазеров, полная автоматизация

Быстрое сканирование (1000x1000 точек за 3 сек.)

Конфокальная Рамановская микроскопия



Два автоматически переключаемых лазера в видимом диапазоне длин волн

Пространственное разрешение по XY 390 нм (при использовании лазера 473 нм, 100x, NA 0.95)

Спектральный диапазон 400-1100 нм

Спектральное разрешение 0.25 см⁻¹ (решётка 75 штр/мм Эшелле и лазер 532 нм)

Регулируемый пинхол

Электронная микроскопия



Термоэмиссионный катод / катод типа Шоттки

Ускоряющее напряжение 0.1 - 30 кВ

Увеличение от 6 до 1 000 000X

Разрешение до 1 нм

Моторизованный по 5-ти осям предметный столик

Опции низкого вакуума и низкого ускоряющего напряжения

Система энергодисперсионного микроанализа

Широкий выбор дополнительных детекторов

Оптическая микроскопия



Реализация режимов работы в светлом и темном поле, эпифлуоресценции, поляризации, дифференциально-интерференционного контраста. Доступные объективы 10x, 20x, 40x, 50x, 100x, 150x

Моторизованная турель для установки до 6ти объективов

Размер исследуемых образцов до 300мм в диаметре

Светодиодные широкополосные осветители

Рентгеновские дифрактометры



Порошковые и монокристалльные дифрактометры

Высокопроизводительные детекторы Mythen (Швейцария)

Вращение образца на 360°

Диапазон сканирования -110°/161°

Минимальный шаг сканирования

0,0001°

Автосменщик образцов 6/8шт

Нагрев от -196°С до 1600°С

Опции для измерения тонких пленок

База данных спектров, программа обработки спектров Jade, совместимость с ПО заказчика

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

- *Шабанов Василий Филиппович* — д-р физ.-мат. наук, академик РАН, научный руководитель ФИЦ КНЦ СО РАН (г. Красноярск)

Ученый секретарь:

- *Ципотан Алексей Сергеевич* — канд. физ.-мат. наук, доцент баз. кафедры фотоники и лазерных технологий, ИИФиРЭ СФУ (г. Красноярск)

Состав комитета:

- *Архипкин Василий Григорьевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией когерентной оптики, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Вайнштейн Илья Александрович* — д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий кафедрой физических методов и приборов контроля качества, ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (г. Екатеринбург)
- *Ветров Степан Яковлевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры теоретической физики и волновых явлений, ИИФиРЭ СФУ (г. Красноярск)
- *Втюрин Александр Николаевич* — д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., заведующий баз. кафедрой фотоники и лазерных технологий, ИИФиРЭ СФУ (г. Красноярск)
- *Вьюнышев Андрей Михайлович* — канд. физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Зырянов Виктор Яковлевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., руководитель научного направления "Фотоника", заведующий лабораторией молекулярной спектроскопии, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Калитеевский Михаил Алексеевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории нанофотоники, АУ РАН (г. Санкт-Петербург)
- *Карпов Сергей Васильевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., ведущий научный сотрудник лаборатории когерентной оптики, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Кратасюк Валентина Александровна* — д-р биол. наук, проф., заведующий кафедрой биофизики, ИФБиБТ СФУ (г. Красноярск)
- *Мартынович Евгений Федорович* — д-р физ.-мат. наук, проф., директор, Иркутский филиал Института лазерной физики СО РАН (г. Иркутск)
- *Милёхин Александр Германович* — д-р физ.-мат. наук, заведующий лабораторией ближнепольной оптической спектроскопии и наносенсорике, зам. директора, Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН (г. Новосибирск)
- *Наумов Андрей Витальевич* — д-р физ.-мат. наук, член-корр. РАН, доц., заведующий кафедрой теоретической физики им. Э.В. Шпольского, руководитель лаборатории физики перспективных материалов и наноструктур, МПГУ (г. Троицк)
- *Непомнящих Александр Иосифович* — д-р геол.-минерал. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории физики монокристаллов, ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск)
- *Овчинников Олег Владимирович* — д-р физ.-мат. наук, проф., декан физического факультета, ВГУ (г. Воронеж)
- *Садреев Алмаз Фаттахович* — д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий лабораторией теории нелинейных процессов, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Светличный Валерий Анатольевич* — канд. физ.-мат. наук, доц., заведующий лабораторией новых материалов и перспективных технологий, ТГУ (г. Томск)
- *Слабко Виталий Васильевич* — д-р физ.-мат. наук, проф., профессор баз. кафедры фотоники и лазерных технологий, ИИФиРЭ СФУ (г. Красноярск)

- *Слюсарева Евгения Алексеевна* — д-р физ.-мат. наук, доц., профессор баз. кафедры фотоники и лазерных технологий, заместитель директора по научной работе ИИФиРЭ СФУ (г. Красноярск)
- *Тимофеев Иван Владимирович* — д-р физ.-мат. наук, доц., заведующий лабораторией фотоники молекулярных систем, ИФ СО РАН (г. Красноярск)
- *Чиркин Анатолий Степанович* — д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры общей физики и волновых процессов, МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва)
- *Шамирзаев Тимур Сезгирович* — д-р физ.-мат. наук, доц., ведущий научный сотрудник лаборатории молекулярно-лучевой эпитаксии соединений АЗВ5, ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (г. Новосибирск)
- *Шандаров Станислав Михайлович* — д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник НОЦ "Нелинейная оптика, нанофотоника и лазерные технологии", ТУСУР (г. Томск)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:

- *Минаков Андрей Викторович* — д-р физ.-мат. наук, директор института инженерной физики и радиоэлектроники СФУ

Заместитель председателя:

- *Втюрин Александр Николаевич* — д-р физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., зав. базовой кафедрой фотоники и лазерных технологий ИИФиРЭ СФУ, главный научный сотрудник ИФ СО РАН

Ученый секретарь:

- *Ципотан Алексей Сергеевич* — канд. физ.-мат. наук, доцент базовой кафедры фотоники и лазерных технологий ИИФиРЭ СФУ

Состав комитета:

- *Вьюнышев Андрей Михайлович* — канд. физ.-мат. наук, зам. директора по научной работе ИФ СО РАН, научный сотрудник базовой кафедры ФилТ СФУ
- *Слюсарева Евгения Алексеевна* — д-р физ.-мат. наук, доц., профессор базовой кафедры ФилТ СФУ, заместитель директора по научной работе ИИФиРЭ СФУ
- *Тимофеев Иван Владимирович* — д-р физ.-мат. наук, доц., зав. лабораторией фотоники молекулярных систем ИФ СО РАН, зав. лабораторий нанотехнологий, спектроскопии и квантовой химии базовой кафедры ФилТ СФУ
- *Рудакова Наталья Викторовна* — канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории фотоники молекулярных систем ИФ СО РАН, доцент кафедры физики СФУ
- *Слюсаренко Нина Викторовна* — канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник базовой кафедры фотоники и лазерных технологий ИИФиРЭ СФУ
- *Семина Полина Николаевна* — канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник международного научно-исследовательского центра спектроскопии и квантовой химии СФУ
- *Панкин Павел Сергеевич* — канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории фотоники молекулярных систем ИФ СО РАН, научный сотрудник лаборатории НСиКХ базовой кафедры ФилТ СФУ
- *Пятнов Максим Владимирович* — канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории фотоники молекулярных систем ИФ СО РАН, научный сотрудник лаборатории НСиКХ базовой кафедры ФилТ СФУ
- *Герасимова Марина Анатольевна* — старший преподаватель кафедры общей физики СФУ
- *Шапошников Артём Анатольевич* — учитель физики физико-математической школы СФУ



С И Б И Р С К И Й
Ф Е Д Е Р А Л Ь Н Ы Й
У Н И В Е Р С И Т Е Т

S I B E R I A N
F E D E R A L
U N I V E R S I T Y



ИНСТИТУТ ФИЗИКИ им. Л.В. КИРЕНСКОГО

Сибирского отделения Российской академии наук

ФИЦ КНЦ СО РАН

Партнеры конференции



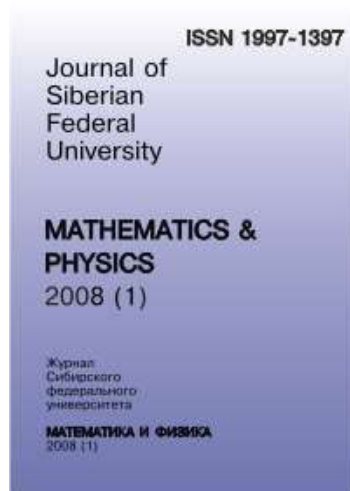
ООО ЭМТИОН



Журнал «ФОТОНИКА»
(PHOTONICS RUSSIA)



Журнал «Известия Российской
академии наук.
Серия физическая»



Журнал СФУ.
Математика и физика



Красноярский краевой фонд поддержки научной
и научно-технической деятельности

СОДЕРЖАНИЕ

секция 3	ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ, МЕТАМАТЕРИАЛЫ И ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ	9
секция 4	БИОФОТОНИКА	98

Секция 3

ФОТОННЫЕ КРИСТАЛЛЫ, МЕТАМАТЕРИАЛЫ и ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ФАЗЫ

ЭФФЕКТЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ И ОБРАЗОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУР В ЭКСИТОН-ПОЛЯРИТОННЫХ КОНДЕНСАТАХ БОЗЕ – ЭЙНШТЕЙНА

А. Д. Аллилуев¹, Д. В. Макаров^{1*}, Н. А. Асриян², А. А. Елистратов², Ю.Е. Лозовик^{3,4,5}

¹*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН
690041, Российская Федерация, Владивосток, ул. Балтийская, д. 43*

*E-mail: makarov@poi.dvo.ru

²*Всероссийский НИИ автоматики имени Н.Л. Духова
127030, Российская Федерация, Москва, ул. Суцневская, д.22*

³*Институт спектроскопии РАН
142190, Российская Федерация, Троицк, ул. Физическая, д.5*

⁴*Национальный университет «Высшая школа экономики»,
Институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова,
123458, Российская Федерация, Москва, ул. Таллинская, д.34*

⁵*Сколковский институт науки и технологий
121205, Российская Федерация, Москва, Большой бульвар, д.30, стр. 1*

Рассматривается динамика экситон-поляритонного конденсата Бозе-Эйнштейна. Разработана модель, описывающая динамику конденсата, взаимодействующего с резервуаром надконденсатных экситонов. В основе модели лежит немарковское стохастическое уравнение Гросса-Питаевского, представляющее собой интегро-дифференциальное уравнение в частных производных, правая часть которого включает в себя шумы, соответствующие экситонным и фотонным флуктуациям. Разработанная модель используется для описания процесса образования конденсата. Показано, что увеличение температуры приводит к переходу из пространственно-однородного в фрагментированное состояние конденсата, которому сопутствует образование множественных квантовых вихрей. Показано, что точка перехода соответствует снижению плотности образующегося конденсата.

Экситон-поляритон представляет собой бозонную квазичастицу, соответствующую связанному состоянию экситона и фотона в микрорезонаторе. Сильное взаимодействие экситонов между собой, а также исключительная малая эффективная масса делают экситон-поляритоны кандидатами на создание высокотемпературного конденсата Бозе-Эйнштейна. Исследование особенностей эволюции конденсата поляритонов также актуально в связи с возросшим интересом к их использованию в квантовых технологиях. Гибкость в управлении свойствами поляритонных ансамблей посредством изменения профиля накачки, геометрии микрорезонатора делает их привлекательными для симуляции многочастичных квантовых систем и создания квантовых логических элементов. В этих приложениях особенно важны понимание динамических особенностей эволюции, оценки характерных времён процессов.

Вместе с тем, экситон-поляритоны подвержены сильным процессам распада, главным образом, за счет поглощения фотонов в микрорезонаторе. Относительно долгоживущий конденсат (здесь речь идет о сотнях пикосекунд!) удастся создать только при наличии лазерной подкачки резервуара надконденсатных экситонов. Таким образом, экситон-поляритонный конденсат является существенно открытой и неравновесной квантовой системой. Сравнительно высоких времен жизни конденсата удастся добиться только при низких температурах, порядка десятков кельвинов. Это подразумевает, что резервуар характеризуется узким энергетическим спектром, а его связь с конденсатом проявляет сильные немарковские свойства.

Немарковость означает зависимость поведения динамической системы от ее предыстории, что, с одной стороны, осложняет анализ ее поведения, а с другой – существенно обогащает спектр наблюдаемых свойств. По нашим оценкам, существенные отклонения от марковского режима возникают при температурах экситонного резервуара ниже 30 К. Это вполне соответствует условиям современных экспериментов.

В настоящем докладе мы сосредоточили внимание на процессе зарождения конденсата, изучить особенности динамики, связанные с эффектами памяти, а также рас-

смотреть формирование различных пространственных структур. Будут рассматриваться как структуры, создаваемые искусственно за счет специфической конфигурации поля лазерной накачки, так и спонтанные пространственные образования (вихри, солитоны и т. д.). В качестве специфических конфигураций будут выступать наборы отдельных узких сгустков конденсата, а также кольцевые конденсаты. В качестве основного инструмента будет использовано ранее разработанное исполнителями проекта немарковское стохастическое уравнение Гросса – Питаевского.

Показано, что с ростом температуры конденсат переходит из пространственно-однородного в фрагментированное состояние с обилием вихрей. Вид пространственной структуры оказывает существенное влияние на эффективность подкачки конденсата за счет релаксации экситонов резервуара. Показано, что температура перехода из однородного в фрагментированное состояние соответствует окрестности минимума температурной зависимости плотности конденсата.