

Сведения

о ведущей организации

Полное наименование организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук
Сокращённое название	ИСАН
Организационно-правовая форма	ФГБУН
Ведомственная принадлежность	Федеральное агентство научных организаций
Почтовый адрес	108840, г. Москва, г. Троицк, ул. Физическая, 5
Адрес сайта	http://isan.troitsk.ru
Адрес электронной почты	isan@isan.troitsk.ru
Телефон	8 (495) 851-05-79

СПИСОК

опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях
ведущей организации по защите диссертации Доронина Ильи Владимировича
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему
«Формирование когерентного излучения многоатомными системами»
по специальности 1.3.13 – Электрофизика, электрофизические установки

№	Название публикации	Тип	Соавторы	Выходные данные	Перечень ВАК
1	Plasmonic modes at inclined edges of anisotropic two-dimensional materials	Научная статья	Sokolik A.A., Kotov O.V., Lozovik Y.E.	Physical Review B, 103(15), p.155402, 2021	Да
2	Vibrational Levels of the ν_1 Mode in $(CF_3)_2C=C=O$ Molecules Excited by Resonant IR Femtosecond Radiation	Научная статья	Laptev V.B., Kompanets V.O., Pigulsky S.V., Makarov A.A., Mishakov G.V., Serebryakov D.V., Sharkov A.V., Chekalin S.V., Ryabov E.A.	The Journal of Physical Chemistry A, 123(4), pp.771-779, 2019	Да
3	Quantitative butyrylcholinesterase activity detection by surface-enhanced Raman spectroscopy	Научная статья	Nechaeva N., Prokopkina T., Makhaeva G., Rudakova E., Boltneva N., Dishovsky C.,	Sensors and Actuators B: Chemical, 259, pp.75-82, 2018	Да

			Eremenko A., Kurochkin I.		
4	The application of Raman spectroscopy to djerfisherite identification	Научная статья	Golovin A.V., Goryainov S.V., Kokh S.N., Sharygin I.S., Rashchenko S.V., Kokh K.A., Sokol E.V. Devyatiyarova A.S.	Journal of Raman Spectroscopy, 48(11), pp.1574-1582, 2017	Да
5	Direct Observation of a Quasilocalized Low-Frequency Vibrational Mode in the Fluorescence Excitation Spectrum of a Single Impurity Molecule in a Polymer Matrix	Научная статья	Savostianov A.O., Eremchev I.Y., Gorshelev A.A., Orlov S.V., Starukhin A.S., Naumov A.V.	Optics and Spectroscopy, 126(1), pp.44-48, 2019	Да
6	Plasmons in Chains of Spherical Nanoparticles with the Account of All Pairwise Interactions	Научная статья	Pikalov, A.M., Dorofeenko, A.V., Granovsky, A.B. and Lozovik, Y.E.	Journal of Communications Technology and Electronics, 63(3), pp.189-197, 2018	Да

Ученый секретарь

Института спектроскопии РАН

к. ф.-м.н.



Р.Р. Кильдиярова

УТВЕРЖДАЮ

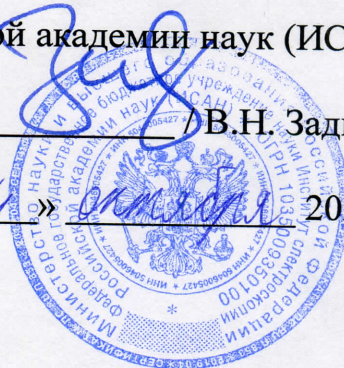
Директор

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт спектроскопии Российской академии наук (ИСАН)

проф.д.ф.-м.н. В.Н. Задков /

« 4 » сентября 2021 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Доронина И. В. «Формирование когерентного излучения многоатомными системами», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности: 1.3.13 – Электрофизика, электрофизические установки

Диссертационная работа И.В. Доронина представлена на 120 страницах и содержит 44 рисунка. Работа включает введение, шесть глав основного текста, заключение и список литературы. К работе приложен автореферат на 20 страницах, который достаточно полно отражает основные результаты диссертации.

В работе представлено теоретическое исследование процессов возникновения когерентности в системах с активными средами. Диссертация включает исследования по следующим направлениям:

- Исследование когерентных свойств излучения активных сред с пренебрежимо малым отражением на границе
- Исследование роли исключительных точек в формировании когерентного излучения распределенных систем с активными средами

- Исследование параметрической неустойчивости лазера в режиме сильной связи при периодическом изменении мощности накачки
- Исследование взаимодействия сверхсциллирующих сигналов с квантовыми точками

Диссертационная работа соответствует специальности 1.3.13 – «Электрофизика, электрофизические установки».

Актуальность исследования

В последние годы получили распространения новые методы оптики, позволяющие задействовать статистические свойства света для улучшения разрешающей способности приборов, а также для шифрования и передачи информации. Существенным препятствием для использования таких методов является отсутствие устройств с требуемыми когерентными (статистическими) характеристиками излучения, например, двухфотонных источников излучения высокой интенсивности. Таким образом, исследование когерентных свойств излучения и разработка устройств с требуемыми когерентными характеристиками излучения представляет значительный интерес. Диссертационная работа посвящена актуальным научным проблемам, которые касаются возникновения когерентного излучения в системах с активными средами. В частности, рассмотрено возникновение когерентности в системах с пренебрежимо малым отражением на границе и в системах с отрицательной инверсией населенности.

Структура диссертации

Во введении обсуждаются актуальность, новизна, достоверность и практическая ценность полученных результатов. Обсуждаются цели исследования, положения, выносимые на защиту, и приведены публикации по теме диссертации.

В первой главе представлен обзор литературы по трем основным темам, связанным с диссертационной работой. В частности, обзор основных

когерентных свойствах света и их современных приложений, обзор работ, касающихся исключительных точек (exceptional point) в оптических системах, обзор приложений сверхосциллирующих сигналов в различных областях физики.

Во второй главе развит подход к описанию поведения активных сред с пренебрежимо малым отражением на границе. Особенностью таких систем является отсутствие выделенных мод электромагнитного поля, на которых могла бы происходить когерентная генерация. При помощи предложенного подхода показывается, что даже в отсутствие выделенных мод возможно затягиванием мод свободного пространства на частоту перехода активной среды, что приводит к появлению гибридного состояния поля и атомов. Формирование гибридного состояния всегда предшествует когерентной генерации.

В третьей главе исследованы когерентные свойства излучения активных сред с пренебрежимо малым отражением на границе. Показано, что если выделенное гибридное состояние образуется, то излучение системы становится когерентным. С другой стороны, если такое состояние не образуется, то излучение системы остается некогерентным при любой мощности накачки, даже если кривая генерации демонстрирует пороговую зависимость выходной мощности от накачки.

В четвертой главе получено универсальное условие на возникновение когерентного вклада в излучение в произвольной системе с активной средой. Показано, что когерентный вклад в излучение появляется тогда, когда скорость индуцированного излучения в системе превосходит скорость затухания фазы дипольного момента атомов активной среде. При этом когерентный вклад может появляться и в активной среде без резонатора. Роль резонатора сводится лишь к увеличению плотности состояния в области расположения активной среды и увеличению тем самым скорости индуцированного излучения.

В пятой главе предсказана когерентная генерация в лазере с сильной связью при отрицательной инверсии населенности, когда классическая лазерная генерация невозможна. Когерентная генерация достигается за счет параметрической неустойчивости лазера с сильной связью по отношению к периодической модуляции мощности накачки. При этом при отрицательной инверсии населенности наблюдаются эффекты, характерные для обыкновенного лазера при положительных инверсиях – пороговая зависимость выходной мощности от мощности накачки, уменьшение ширины линии на несколько порядков с увеличением мощности накачки, а также уменьшение функции когерентности второго порядка с 2 до 1 выше порога.

В шестой главе рассмотрено явление сверхосцилляций Ааронова-Берри. Предложен алгоритм получения сверхосциллирующих сигналов, обладающих высокой степенью гармоничности. Предложен способ создания положительной инверсии населенности у высокочастотной квантовой точки за счет взаимодействия со сверхосциллирующим ближним полем низкочастотных квантовых точек.

Научная новизна и достоверность результатов

Представленная диссертационная работа содержит следующие новые результаты:

1. Предсказан эффект затягивания мод электромагнитного поля на частоту перехода атомов активной среды в системах с активными средами с пренебрежимо малым отражением от границы. Данный эффект приводит к появлению коллективного состояния электромагнитного поля и поляризации атомов.

2. Показано, что формирование коллективного состояния является необходимым условием начала когерентной генерации в системе с активной средой.

3. Показано, что в системах с активными средами с пренебрежимо малым отражением от границы возможно появление обратной связи за счет формирования коллективного состояния электромагнитного поля и атомов активной среды. В этом случае в системе возможно возникновение когерентной генерации.

4. Предсказано явление когерентной параметрической генерации в лазере с сильной связью при отрицательной инверсии населенности активной среды. Эффект достигается при периодической модуляции мощности накачки на частоте, равной величине расщепления между собственными состояниями лазера в режиме сильной связи.

5. Показано, что сверхосциллирующее ближнепольное воздействие двухуровневых систем способно создать инверсию населенности в квантовой точке, частота которой существенно превышает частоту любой из двухуровневых систем.

Достоверность результатов диссертации подтверждается их соответствием известным представлениям о характере явлений в исследуемых объектах, совпадением с результатами численных экспериментов, публикациями в ведущих мировых журналах и выступлениями на международных и российских конференциях.

Практическая значимость

Результаты исследований, проведенных И. В. Дорониным, представляют значительный практический интерес. Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в следующих организациях: ИТМО, ФИАН, ИТПЭ, ИСАН, МГУ.

Недостатки диссертации

1. В тексте диссертации утверждается, что в системе без отражения порог интенсивности может сопровождаться когерентной генерацией, а

может не сопровождаться. Необходимо уточнить, как связаны эти два порога, если они оба присутствуют в системе.

2. В четвертой главе получено условие для когерентной генерации в системе с активной средой, сосредоточенной в субволновом объеме. Следовало уточнить, может ли данное условие быть использовано в более общих задачах, и каким образом.

Оценка диссертации в целом

Несмотря на указанные выше замечания, диссертационная работа И.В. Доронина производит крайне положительное впечатление. Она несомненно является завершенным оригинальным исследованием, выполненном на высоком научном уровне. Автор работы И.В. Доронин безусловно является сложившимся высококвалифицированным специалистом. Результаты диссертации получены при эффективном сочетании современных методов теоретической физики и компьютерного моделирования. Работа апробирована на научных семинарах и конференциях, в том числе, на международных. Научная новизна и достоверность результатов диссертации не вызывают сомнений. Также следует отметить, что результаты работы опубликованы в престижных международных журналах, таких как Laser & Photonics Review, Scientific Reports, Optics Express и Optics Letters.

Заключение

Отмеченные выше недостатки не снижают общей высокой оценки работы. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., ред. 01.10.2018г., а ее автор И.В. Доронин заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.13 – «Электрофизика, электрофизические установки». Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании лаборатории спектроскопии наноструктур Института спектроскопии РАН.

Протокол № 1 от 01 сентября 2021 г.

Отзыв утверждён на Учёном Совете ИСАН, протокол № 6 от 6 сентября 2021 г.

Зав. лабораторией спектроскопии
наноструктур Института спектроскопии РАН
к.ф.-м.н., профессор МФТИ

Ю.Е. Лозовик

Подпись зав. лабораторией Ю. Е. Лозовика заверяю
Ученый секретарь
Института спектроскопии РАН
к. ф.-м.н.



Р.Р. Кильдиярова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт спектроскопии Российской академии наук
Почтовый адрес: 108840, г. Москва, г. Троицк, ул. Физическая, 4
Контактный телефон: 8 (495) 851-05-79;
Интернет-сайт: <http://isan.troitsk.ru>, e-mail: isan@isan.troitsk.ru