

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Харенкова Владимира Александровича
«Пороговые и спектральные характеристики генерации
в красителе Р6Ж с агломератами наночастиц Ag, Al, Al₂O₃, TiO₂»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.21 - Лазерная физика

Актуальность темы.

Диссертация Харенкова В.А. посвящена исследованиям процессов лазерной генерации в активных средах с наночастицами. Тема диссертации напрямую связана с интенсивно развивающимися в настоящее время направлениями современной физики – нанофотоники и наноплазмоники. Проведение исследований в области взаимодействия светового излучения с наноразмерными структурами и разработок по созданию на их основе фотонных и оптоэлектронных устройств весьма актуально для успешного развития индустрии наносистем.

К настоящему времени продемонстрированы лазерные излучатели, основанные на создании положительной обратной связи в инвертированной среде, допированной наночастицами, за счет многократного рассеяния на частицах. В настоящее время основные работы ведутся в русле повышения эффективности таких излучателей, в том числе, за счет использования наночастиц различных материалов и морфологии. Для дальнейшего прогресса в данной области необходимы всесторонние исследования излучательных характеристик композитных активных сред различного состава. В связи с этим тема диссертации является актуальной и находится в русле современных исследований в области лазерной физики.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка цитируемой литературы. Общий объем работы составляет 123 страницы.

Работа хорошо структурирована. Каждой главе предшествует краткое введение (аннотация). В начале каждой главы приведен список работ автора,

в которых изложены основные результаты работ по этой главе. По каждой из глав сделаны краткие выводы, из которых следуют задачи на следующие главы.

Во введении кратко отмечены основные результаты, полученные к моменту работы над диссертацией, обозначены нерешенные проблемы, обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи, научная новизна работы и положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан обзор основных известных работ по лазерной генерации в растворах и пленках с красителями, допированных наночастицами. Дана сформировавшаяся к настоящему времени качественная модель развития генерации в таких средах. Рассмотрены механизмы формирования локализованных плазмонов в наночастицах благородных металлов, усиления локального поля вблизи поверхности с большой кривизной и вблизи близкорасположенных наночастиц, а также эффекты увеличения скорости спонтанного испускания молекул в сильных оптических полях. Сделано предположение о том, что использование агломерированных металлических наночастиц может привести к понижению порога лазерной генерации в дисперсных активных средах и увеличению ее эффективности при отсутствии выполнения плазмонно-резонансных условий. Отмечено, что среди нерешенных ко времени начала работы над диссертацией проблем следует обратить внимание на следующие: не проведено сравнение влияния на генерационные характеристики одиночных и агломерированных наночастиц, не изучен вопрос о сдвиге максимума спектра генерации в растворах родамина 6Ж с наночастицами, нет данных о пространственном распределении вынужденного излучения при стохастической генерации в нанодисперсных активных средах. На основании проведенного анализа в диссертации сформулирована цель и задачи исследования.

Во второй главе представлена теоретическая модель развития генерации в растворах красителя, допированного наночастицами, с учетом

фактора Парселла. На основе оценки пороговых условий развития генерации сделан вывод о том, что величина порога должна уменьшаться с увеличением дисперсии фактора Парселла. Приведено описание используемых в работе агломератов наночастиц Ag, Al, Zn, Ni, Al₂O₃, TiO₂, а именно, фотографии, полученные с помощью электронной микроскопии, рентгеновские дифрактограммы, спектры экстинкции взвесей этих частиц, гистограммы распределения частиц по размерам. Приведены временные и пространственные характеристики генерации тонких слоев растворов РБЖ с одиночными и агломерированными частицами Ag.

В третьей главе описаны основные результаты, касающиеся характеристик генерации в тонких слоях растворов РБЖ с одиночными наночастицами Ag и их агломератами, а также с агломератами наночастиц Al, Al₂O₃, TiO₂ в широком диапазоне концентраций от 10⁻³ % до 20 % объемной доли. Приведены полученные значения порогов генерации в слоях растворов родамина БЖ с частицами перечисленных материалов, проведено их сравнение. В диапазоне концентраций частиц от 10⁻³ % до 20 % объемной доли исследована динамика изменения коротковолнового сдвига максимума спектра генерации. С помощью акустооптических измерений исследовался режим взрывного вскипания растворов с частицами и кинетика деградации растворов.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

К наиболее значимым результатам, обладающими признаками новизны, следует отнести:

1. Впервые показано, что агломераты наночастиц Al понижают пороги лазерной генерации в растворах РБЖ на такую же величину, как и агломераты наночастиц Ag при одинаковых концентрациях и длине волны излучения накачки 532 нм, несмотря на отсутствие у агломератов наночастиц Al поглощения в видимой области спектра.

2. Показано, что пороги генерации в слоях РБЖ толщиной 20 мкм приблизительно на три порядка величины меньше, чем пороги суперлюминесценции в таких же слоях в растворах РБЖ без частиц.

3. Установлено, что максимум спектра генерации в слое раствора РБЖ толщиной 20 мкм смещается в коротковолновую область с ростом концентрации агломератов наночастиц Ag, Al, TiO₂, Al₂O₃ от 0,002 % до 10 % объемной доли с одинаковой динамикой.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертации обеспечена за счет анализа состояния исследований в рассматриваемых областях физики, на основании использования современных теоретических представлений, принятых в данных отраслях знаний. В диссертации приведен обширный и достаточно полный обзор работ отечественных и зарубежных исследователей, касающихся вопросов развития вынужденного излучения в нанодисперсных активных средах.

Научные положения, сформулированные в диссертации, достаточно полно обоснованы полученными экспериментальными данными, оценками, сделанными как на основе моделей, представленных в диссертации, так и моделей, представленными другими авторами.

Достоверность всех защищаемых научных положений обусловлена применением общепринятых методик измерения спектрально-энергетических и пространственных характеристик оптического излучения с погрешностью не более 20%, а также контролем постоянства условий эксперимента и повторяемостью результатов для серий экспериментов, выполненных при одинаковых условиях.

Замечания по работе:

1. Автор использует понятие «порог генерации», определяя его тем моментом, когда наблюдается резкое изменение в интенсивности излучения, а полуширина линии излучения уменьшается вдвое. Если же посмотреть на

поведение интенсивности излучения (Рис.3.2, 3.4, стр.81 и 84 диссертации, соответственно и рис.5 автореферата), то резких изменений в интенсивности мы не увидим. Именно поэтому, возникает вопрос - какое же излучение наблюдает автор – лазерное или усиленное спонтанное (ASE – amplified spontaneous emission, в зарубежной литературе).

2. Гистограммы распределения наночастиц разных элементов по размерам приведены с разными масштабами, что не очень удобно для восприятия (например, рис. 2.6, стр. 63 диссертации).

3. Все эксперименты выполнены для концентрации РБЖ с одной и той же концентрацией 10^{-3} моль/л.

4. В диссертации и автореферате присутствует раздел «Практическая значимость», в котором указано, где использованы результаты диссертационной работы. Можно было бы в Приложении к диссертации привести копии подтверждающих документов.

5. В тексте диссертации встречаются опечатки, неточности. Подписи к отдельным рисункам даны на английском языке (с переводом на русский, как на Рис. 1.4, либо без перевода, как на рис. 1.5, стр. 20 диссертации). Встречаются неудачные фразы, типа – «это развивает свои перспективы в области микроизлучателей», стр. 43 диссертации.

Несмотря на указанные замечания, **диссертационная работа В.А. Харенкова** оставляет очень хорошее впечатление, **представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком научном уровне**. Представленные в диссертации научные положения достоверны, обладают признаками научной новизны, обсуждались на многочисленных научных конференциях различного уровня, опубликованы в рецензируемых изданиях; в том числе из списка ВАК. Автореферат отражает содержание диссертации.

Материалы диссертации вносят как теоретический вклад в развитие наноплазмоники и нанофотоники, так и практический вклад, например, при создании оптоэлектронных устройств. Кроме того, материалы работы могут

быть интересны таким организациям, как ИЛФ СО РАН, ИФ СО РАН, ИОА СО РАН, ФИ РАН, ИОФ РАН, МГУ, ДВФУ и др.

Диссертационная работа Харенкова Владимира Александровича «Исследование пороговых и спектральных характеристик генерации в лазерном красителе с агломератами наночастиц металлов и диэлектриков», является законченной научно-квалификационной работой, которая удовлетворяет требованиям п. 9, изложенным в Постановлении о порядке присуждения ученых степеней № 842 (от 24.09.13 г.), утвержденным Правительством РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Харенков Владимир Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.**

Профессор, д.т.н. по научной специальности
01.04.05 - Оптика.

Кафедра промышленной и медицинской электроники

Института неразрушающего контроля

Национального исследовательского Томского

политехнического университета,

профессор

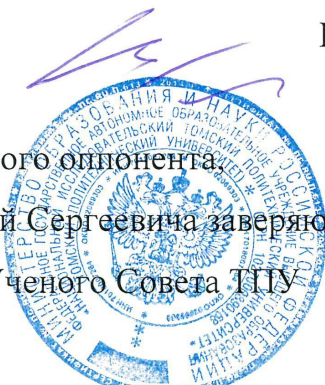
Евтушенко Геннадий Сергеевич

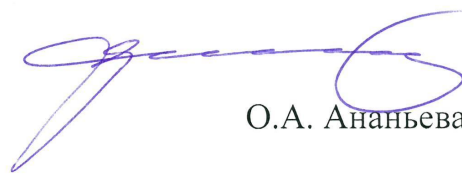
Подпись официального оппонента

Евтушенко Геннадий Сергеевича заверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета ТПУ

20.04.2016 г.





О.А. Ананьева

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

8 (3822) 41-98-69, evt@tpu.ru