

ОТЗЫВ

официального оппонента

по диссертации Тарковского Викентия Викентьевича

«Генерационные характеристики активных сред на красителях в растворах и твердотельных матрицах при микро- и наносекундном возбуждении»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика

Соответствие диссертации специальностям и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Анализ содержания рукописи диссертации, автореферата и публикаций позволяет сделать вывод о том, что содержание диссертации В.В. Тарковского соответствует отрасли «физико-математические науки» и паспорту специальности 01.04.21 – лазерная физика по следующим пунктам:

- Лазеры на основе органических красителей.
- Физика активных сред (атомных и молекулярных газов, кристаллов и стекол, полупроводников, жидких и полимерных материалов и др.), используемых для усиления и генерации оптического излучения.
- Процессы взаимодействия лазерного излучения с биологическими объектами. Физические основы применения лазеров в медицине и биологии. Механизмы низкоинтенсивной лазерной терапии. Фотодинамическая и фотоактивируемая антибактериальная терапия.
- Технологии, основанные на резонансном взаимодействии лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия. Лазерное разделение изотопов.

Актуальность темы диссертации

Диссертация Тарковского В.В. посвящена исследованию влияния молекулярных структурных факторов на фотофизические процессы в красителях кумаринового класса, а также созданию на их основе лазерных сред в растворах и твердотельных матрицах с повышенной эффективностью генерации, ресурсом работы, расширенным диапазоном генерации. Как известно, существует большое число органических красителей и родственных соединений, генерирующих при накачке лазерными импульсами наносекундной длительности. Однако при монохроматической накачке излучением импульсных ламп число генерирующих красителей значительно меньше, что обусловлено фотофизическими и фотохимическими процессами, происходящими в активной

среде под влиянием излучения накачки. Кроме того, спектральный диапазон, в котором получена генерация при ламповой накачке неравномерно перекрыт эффективно генерирующими и фотоустойчивыми красителями. Поэтому поиск новых генерирующих сред с оптимальными параметрами, установление взаимосвязи их структуры и спектрально-люминесцентных, физико-химических и генерационных свойств, а также изучение особенностей их внутри- и межмолекулярных взаимодействий в растворах является актуальной задачей. Полученные в диссертационной работе результаты позволят прогнозировать и синтезировать новые высокоэффективные лазерные красители с необходимыми параметрами.

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту

В диссертационной работе Тарковского В.В. получены новые результаты, которые теоретически обоснованы и подтверждены экспериментально.

Установлена аномальная зависимость эффективности генерации от спектрального состава излучения накачки при микросекундном когерентном возбуждении основных наиболее эффективных классов красителей (кумариновых, родаминовых, оксазиновых красителей, DCM, феналемина 160) в растворах и твердотельных матрицах.

В условиях когерентной микросекундной накачки получена генерация у 5 красителей (перилены, феналемины, перилен), внедренных в нанопористое стекло. Определены энергетические и генерационные характеристики таких систем.

В условиях когерентной накачки излучением эксимерного $XeCl$ - впервые получена генерация у 12-ти соединений – производных 3-(2-бензимидазолил) кумарина, имеющих генерацию в спектральном диапазоне 490–573 нм и обладающих высокой эффективностью генерации и высокой фотохимической устойчивостью.

Впервые получена генерация в спектральной области 730–740 нм на красителях кумаринового класса – производных бензопирилия. Для этих соединений определен механизм влияния на генерационную способность растворителей и заместителей в 7-м положении кумаринового кольца.

Предложены новые эффективные красители в качестве генерирующих соединений с высокими энергетическими и фотостабильными параметрами на основе бифлуорофорных молекул кумарина.

Полученные в диссертации результаты, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, являются новыми и вносят большой вклад в физику

активных сред на основе красителей, используемых для усиления и генерации оптического излучения.

Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Основные выводы и положения, выносимые на защиту, являются научно обоснованными. Результаты диссертационного исследования апробированы на ведущих международных научных конференциях. Достоверность результатов работы определяется применением хорошо известных и апробированных методик измерений и экспериментального оборудования, обоснованных теоретических подходов при моделировании, а также согласием результатов экспериментов с результатами теоретического анализа.

Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Научная значимость заключается в установлении того, что в оптимальных условиях возбуждения импульсами длительностью ~ 1 мкс реализуются такие же КПД, как и для наносекундного возбуждения соответствующей плотности мощности, а также в общем балансе энергии потери, связанные с поглощением молекулами в канале возбужденных триплетных уровней и продуктами необратимых фотохимических превращений, играют второстепенную роль по сравнению с потерями в канале возбужденных синглетных уровней.

Предложены новые кумариновые красители – производные 3-(2-бензимидазолил) кумарина, генерирующие при возбуждении излучением эксимерного $XeCl$ -лазера в спектральном диапазоне 490–573 нм, имеющие высокую генерационную эффективность, достигающую 20 %, а при ламповой накачке более 1 %, и обладающие в условиях мощной немонахроматической накачки высокой фотохимической устойчивостью, которая в 3–5 раз выше, чем родамина 6Ж.

Установлена зависимость эффективности генерации кумариновых, родамино-вых, оксазиновых красителей, DCM, феналемина 160 в растворах и твердотельных матрицах от спектрального состава микросекундного когерентного излучения накачки.

Показано, что применение водно-этанольных растворов позволяет увеличить эффективность генерации, фотостабильность и ресурс работы лазерных красителей за счет образования мицеллярных комплексов при оптимальной концентрации воды, которая окружает и стабилизирует молекулы красителя и тем самым предохраняет их от разрушения мощным УФ-излучением.

Производные 3-имидазопиридил кумарина при трех видах накачки – ламповой, когерентных наносекундной и микросекундной – позволяют получать генерацию с высокой эффективностью в спектральном диапазоне 500–580 нм.

Исследование спектрально-люминесцентных характеристик красителей различных классов, внедренных в твердотельные матрицы (НПС-П, полиуретан, гибридные нанокомпозиты) позволяет создать активные среды на основе красителей нового поколения, обладающих рядом преимуществ по сравнению с жидкостными.

Увеличение фотостабильности комплексов включения красителей различных классов с β -циклодекстрином и с добавкой наночастиц серебра в этанольных и водно-этанольных растворах свидетельствует о том, что молекулы β -CD создают защитную оболочку для молекул красителя и тем самым эффективно экранируют их от фотораспада.

Для новых бифлуорофорных молекул с объемным гетероциклическим радикалом (триазольным-, оксадиазольным- или тиазольным) в положении 3 кумаринового ядра, который выступает в виде связующего звена с арильным фрагментом молекулы, показана возможность получения новых генерирующих соединений с высокими энергетическими и фотостабильными параметрами.

В диссертации сформулированы основные направления практического использования результатов исследования:

- Использование 2-(юлолидинкумарина-3-ил) бензимидазолий хлорида в качестве эффективного трансформатора излучения в лазере на красителях с ламповой накачкой;
- Использование новых кумариновых соединений для возбуждения генерации в титан-сапфировых лазерах при микросекундной когерентной накачке;
- Применение новой активной среды на основе 3-бензимидазолила-7-юлолидина-2-иминокумарина перхлората в селективной лазерной медицине.

Практическая значимость полученных результатов заключается в расширении спектрального диапазона генерации лазеров на красителях новыми высокоэффективными и фотостойкими активными средами, а также возможностью использования новых красителей в смежных областях, в том числе и для окраски полимеров.

Социальная значимость работы определяется внедрением результатов работы в учебный процесс учреждений образования «Гродненский государственный медицинский университет» и «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы».

Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 73 публикациях, из них: 32 статьи – в научных изданиях, соответствующих п. 19 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь (8,0 авт. л.), 11 статей – в иных научных изданиях (2,2 авт. л.), 22 материала (3,2 авт. л.) и 7 тезисов докладов (0,5 авт. л.) научных конференций, 1 заявка на выдачу патента на изобретение. Общий объем опубликованных по теме диссертации материалов составляет 13,9 авт. л.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа и ее автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК и «Инструкции о порядке оформления квалификационной научной работы (диссертации) на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук, автореферата и публикаций по теме диссертации». Ссылки на материалы, которые используются в диссертации, оформлены в соответствии с требованиями, изложенными в указанной инструкции. Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию.

Замечания по диссертации (при наличии):

1. Замечание по поводу аномальной эффективности генерации лазерных красителей. Подобные исследования описаны в работах группы Грузинского В.В. для фталимидов, РОРОР, перилена, кумаринв 120 [111, 112]. В связи с этим, не до конца разъяснено, какая новизна внесена вашей работой и какое влияние на данный эффект могут оказывать нелинейно-оптические процессы в активной среде.

2. Недостаточно показан вклад в повышение эффективности генерации красителей добавок наночастиц металлов в их этанольные и водно-этанольные растворы.

3. Не до конца понятно, почему основное внимание в работе уделяется твердотельным лазерным средам на основе нанопористого стекла-полимер, допированных красителями и меньшее для активных сред на основе полиуретана и гибридных нанокомпозитов?

4. Не разъяснено, что за класс красителей: ЛК-678, ЛК-703, ЛК-747, ЛК-790, ЛК-800, ЛК-840 исследовался в работе и почему использовались именно их ацетонитриловые растворы?

5. В настоящее время для возбуждения титан-сапфировых лазеров лазеры на красителях не используются. В чем важность такого использования в вашей работе и какие преимущества данного типа накачки перед полупроводниковой и накачкой твердотельными лазерами?

6. В работе также имеются некоторые недостатки оформления, стиле изложения, которые не влияют на общую положительную оценку.

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Уровень постановки задач, использованные для исследований методы, а также объем, научная и практическая значимость полученных результатов подтверждают соответствие научной квалификации соискателя искомой ученой степени доктора физико-математических наук.

Выводы

Диссертация Тарковского В.В. «Генерационные характеристики активных сред на красителях в растворах и твердотельных матрицах при микро- и наносекундном возбуждении», представляет собой завершённую квалификационную работу, соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, установленным главой 3 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий». Тарковский В.В. заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.21 – лазерная физика за:

- установление зависимости эффективности генерации кумариновых, родаминовых, оксазиновых, феналеминовых красителей, DCM в растворах и твердотельных матрицах от спектрального состава микросекундного когерентного излучения накачки и установление определяющего влияния на их генерационные характеристики переходов с поглощением из синглетного возбужденного состояния молекул красителя, а также термооптических процессов в активной среде;
- получение в условиях когерентной микросекундной накачки генерации у пяти красителей (пирометены, феналемины, перилен), внедренных в нанопористое стекло, и оптимизацию условий их эффективной генерации при когерентной микросекундной накачке;
- определение условий, обеспечивающих высокую эффективность генерации в спектральном диапазоне 490 - 573 нм и стабильность активных сред на основе новых производных 3-(2-бензимидазолил) кумарина при когерентной накачке излучением эксимерного $XeCl$ -лазера;
- установление спектрально-генерационных свойств производных кумарина, позволивших создать новые эффективные активные среды для лазеров на

- красителях на их основе в растворах и твердотельных матрицах и определить оптимальные условия их генерации в красной области спектра (600-700) нм.);
- получение впервые генерации в спектральной области 730–740 нм на красителях кумаринового класса – производных бензопирилия и определение для этих соединений механизма влияния на генерационную способность растворителей и заместителей в 7-м положении кумаринового кольца.

Официальный оппонент

Заведующий научно-исследовательским

Центром оптических материалов и технологий

Филиала Белорусского национального

технического университета «Научно-

исследовательский политехнический институт,

доктор физико-математических наук

профессор

Кисель В.Э.



*Согласен с размещением
работы в открытом доступе*