

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Прощенко Дмитрия Юрьевича “Нелинейно-оптические свойства новых нанокompозитных материалов на основе биосиликатов и полимеров”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – “лазерная физика”.

Актуальность темы

В настоящее время наблюдается потребность повышения эффективности нелинейно-оптических устройств, в частности генераторов белого света с высокой спектральной плотностью энергии в импульсе, которые являются востребованными в различных научных и прикладных областях. Данное обстоятельство обуславливает необходимость поиска новых оптических материалов, в которых реализуется возможность варьирования в широком диапазоне нелинейно-оптических характеристик на этапе синтеза, а также относительная простота и невысокая стоимость производства. Поэтому поиск новых сред, обладающих высокими значениями нелинейно-оптических характеристик и оптической прочности, а также исследование их оптических параметров является весьма актуальной задачей. В представленной к защите работе исследуются новые прозрачные нанокompозитные материалы, синтезированные с помощью модифицированного золь-гель метода, в которых относительно просто реализуется возможность внедрения различных макромолекул природного происхождения, а также наночастиц, квантовых точек и β -дикетонатов дифторида бора. Хорошая лучевая прочность представленных материалов к распространяющимся высокоинтенсивным фемтосекундным лазерным импульсам, а также существенное влияние допирующих компонент на нелинейно-оптические характеристики исследуемых образцов, приводит к возможности низкороговой стабильной генерации широкополосного излучения суперконтинуума (СК). Это позволяет говорить о перспективах применения данных материалов в различных прикладных задачах нелинейной оптики.

Анализ содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы, содержащего 194 библиографических ссылок. Общий объем диссертации составляет 128 страниц. Работа содержит 59 рисунков.

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, а также формулируется научная новизна диссертационной работы.

В первой главе рассматриваются основные аспекты нелинейно-оптических процессов филаментации и генерации широкополосного излучения суперконтинуума и описаны на основе литературных источников основные области применения данных явлений. Показаны способы повышения нелинейно-оптических характеристик сред, используемых для различных задач фотоники, проводится обоснование выбора в качестве объекта исследования новых материалов на основе биосиликатов и полимеров.

Во второй главе рассмотрены особенности химической структуры исследуемых материалов, а также представлены основные этапы их синтеза.

В третьей главе приведено описание экспериментальных установок, используемых в ходе проведения исследований представленных материалов. Описана методика и результаты селекции образцов на основании критерия их лучевой прочности. Даны оценки энергетических порогов филаментации. Представлены спектральные характеристики широкополосного излучения суперконтинуума и установлены пространственные параметры конической эмиссии. Приведены результаты исследования эффективности преобразования падающего фемтосекундного излучения на длине волны 800 нм в спектр СК в области 420-700 нм. Согласно полученным результатам в случае с биосиликатами наибольшее влияние на нелинейно-оптические характеристики ортосиликатной матрицы достигнуто путем внедрения в нее наночастиц золота, квантовых точек (КТ) CdS и полисахарида гиалуроната Na концентрацией 1%. Были выявлены энергетические пороги модификации образцов с наночастицами Au и КТ CdS, превышение которых приводило к повышению порогов филаментации до уровня, соответствующего чистому TNEOS, и снижению эффективности преобразования в спектр СК в диапазоне 420-700 нм. Для образца с гиалуронатом Na при формировании конической эмиссии суперконтинуума не наблюдалось появление концентрических колец, что может быть связано со смещением областей нулевой и отрицательной дисперсии групповых скоростей на длину волны излучения УКИ. В образцах полиметилметакрилата, допированного соединениями β -дикетонатов дифторида бора с концентрацией 1%, наблюдалась безыонизационная филаментация при интенсивности падающего излучения в диапазоне от 0.2 до 70 ГВт/см².

В четвертой главе приведено описание спроектированного экспериментального комплекса на основе метода Z-scan для исследования нелинейно-оптических коэффициентов. Приведены полученные значения параметров нелинейного показателя преломления и коэффициента двухфотонного поглощения исследуемых образцов. Согласно полученным данным добавление полисахарида гиалуроната Na, квантовых

точек CdS и наночастиц золота позволяет в несколько раз повысить нелинейно-оптические характеристики чистого ортосиликата (THEOS) и путем варьирования концентрации добавки получить требуемые значения нелинейно-оптических характеристик.

В заключение диссертации сформулированы основные полученные результаты.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы заключается в том, что впервые экспериментально исследованы нелинейно-оптические характеристики новых материалов на основе полностью водорастворимого прекурсора тетраакис (2-гидроксиэтил) ортосиликата (THEOS) с добавлением различных органо-неорганических компонент и полиметилметакрилата, допированного соединениями β -дикетонатов дифторида бора.

Практическая значимость

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применения представленных материалов на основе THEOS в качестве перспективной среды для низкопороговой стабильной генерации широкополосного излучения суперконтинуума с возможностью задания требуемых параметров результирующего излучения путем варьирования типа и концентрации добавки на этапе синтеза. Наличие у допированного полиметилметакрилата яркого свечения люминесценции под воздействием фемтосекундного излучения на длине волны 800 нм позволяет говорить о возможности его применении в качестве материала для визуализатора инфракрасного излучения.

Замечания по диссертации

В качестве недостатков можно выделить следующие замечания:

1. В работе детально изучены нелинейно-оптические свойства новых материалов на основе биокomпозитов и полимеров, однако не проведен сравнительный анализ полученных характеристик с характеристиками материалов, широко используемых в настоящее время для генерации суперконтинуума.
2. В разделе 3.4 приведено теоретическое описание эффектов, приводящих к спектральному уширению фемтосекундного импульса и генерации суперконтинуума. Вместе с тем выражения, приведенные в этом разделе, нигде далее не используются. В связи с этим проведение указанного анализа представляется в данной работе избыточным.
3. В тексте диссертации много стиливых и языковых ошибок и неточностей.

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку данной работы. Диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тематику. Автореферат отражает основное содержание диссертации. Полученные результаты опубликованы в 6-и научных журналах, индексируемые в системе SCOPUS, три из которых входят в список ВАК.

Считаю, что диссертация «Нелинейно-оптические свойства новых нанокompозитных материалов на основе биосиликатов и полимеров» соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор Проценко Дмитрий Юрьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «лазерная физика».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
профессор,
заведующая лабораторией
«Фемтосекундная оптика для нанотехнологий»
Московского государственного университета
информационных технологий, радиотехники
и электроники (МИРЭА)

Е.Д.Мишина

Подпись Мишиной Е.Д. заверяю

Проректор МИРЭА



И.В. Соловьев