

Отзыв

официального оппонента

на диссертационную работу Саакяна Артёма Тиграновича «Генерация второй гармоники излучения лазера на неодимовом стекле с большой угловой и спектральной шириной», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Актуальность темы диссертации.

Проводимые исследования по взаимодействию мощного лазерного излучения с веществом являются актуальными в наше время. Проведенный ранее комплекс исследований показал, что необходимо продолжить работы с лазерами, имеющими большую расходимость и ширину спектра излучения. То есть, с невысокой пространственной и временной когерентностью. До настоящего времени подобного типа лазерные излучатели не исследовались и не разрабатывались.

Отдельно стоит вопрос о возможности получения высокой эффективности преобразования излучения с такими пространственными и спектральными параметрами излучения в условиях действия ограничений, накладываемых конечными ширинами синхронизма по этим параметрам, совместного влияния их на процесс преобразования в условиях сильного энергообмена.

Важным также является исследование параметров формируемого излучения для использования его при решении задач диагностики лазерной плазмы.

В свете этого, тема работы, безусловно, является актуальной, и позволит определить особенности физики протекающих процессов в различных режимах для различных типов взаимодействия, определить оптимальные параметры преобразователя частоты, достижимые параметры излучения второй гармоники, и определить требования к лазерному излучению на основной частоте.

Новизна и практическое значение диссертации.

Решаемые в диссертации задачи являются нетрадиционными. Ранее проведенные исследования были посвящены задачам анализа процесса преобразования частоты излучения или с большой расходимостью (многомодовые излучатели), или большой спектральной шириной (импульсы пико- и фемтосекундной длительности). Вопросам исследования преобразования частоты при одновременно большой расходимости и спектральной ширины было посвящено ограниченное число публикаций, большинство из которых было опубликовано в 70-х годах. В этих работах интенсивность излучения составляла 100-200 МВт/см², и энергии составляли до единиц джоулей.

В работе автора поставлена задача исследования процесса преобразования частоты широкоапертурного высоко-интенсивного излучения (единицы ГВт/см²) при таких расходимости и частотной ширине спектра, которые соизмеримы и превышают ширины синхронизма нелинейного кристалла. В этом случае необходим полный комплекс исследований влияния всех параметров на процесс преобразования частоты, достижимые эффективности преобразования и энергии излучения, особенности формирования профиля пучка излучения и ширины спектра на длине волны второй гармоники. Все эти исследования должны проводиться для всех типов взаимодействия в кристалле.

Сложность решения всех этих задач, отчасти, связана с тем, что в настоящее время отсутствуют полноценные математические модели и расчетные программы, которые могут позволить провести весь необходимый цикл теоретических исследований.

Также большое практическое значение имеет исследование возможности использования сформированного излучения для решения задач диагностики лазерной плазмы.

Работа состоит из Введения, 4-х глав, заключения и списка литературы, изложенных на 154 страницах.

В первой главе проведен общий анализ теоретических и экспериментальных работ по близкой работе автора тематике. Определены общие особенности процесса преобразования частоты в исследуемых режимах.

Во второй и третьих главах представлены результаты всего комплекса исследований для взаимодействий *ooe* и *oee* типов взаимодействия. Представлены результаты процесса преобразования (формирование энергетических, пространственных и спектральных характеристик) при изменении всех основных параметров в широком диапазоне, и различных схемных решений. Получены зависимости от всех параметров и определены оптимальные параметры кристаллов и режимов преобразования, при которых реализуется эффективность преобразования около 50%.

В четвертой главе представлены результаты исследования интерференционных свойств излучения второй гармоники для задач диагностики лазерной плазмы. Получена достаточно высокая контрастность, что подтверждает возможность использования сформированного излучения второй гармоники для задач измерений.

Практическая значимость работы состоит в получении комплекса экспериментальных данных, показывающие особенности развития процессов преобразования частоты в условиях сильного энергообмена излучения с большой расходимостью и спектральной шириной. Проведенные исследования для различных типов взаимодействия с кристаллами различной длины в широком диапазоне изменения параметров начальных условий позволили решить задачу комплексной оптимизации и реализовать высокую эффективность преобразования, достигающую 50%.

Полученные результаты являются хорошей основой для проведения последующей разработки комплексной математической модели процесса преобразования, уточнения согласованного действия различных механизмов, которая будет иметь хорошее согласие с результатами экспериментальных исследований.

Достоверность и обоснованность результатов исследований.

Диссертантом изучены и анализируются известные результаты по преобразованию частоты лазерных источников с различными параметрами излучения, основные действующие и ограничивающие процесс механизмы, опубликованные в современной литературе по этим вопросам. Список использованной литературы содержит 151 наименование. Полученные автором результаты сопоставляются по особенностям зависимостей для протекающих процессов и значениям полученных ранее результатов в близких условиях.

Достоверность результатов экспериментальных исследований обосновывается использованием типовых и отработанных методик измерений исследований, соответствующих решаемым задачам; использованием стандартных средств измерения.

Замечания по диссертационной работе.

1. В работе нет обоснования выбора кристалла KDP по его свойствам (характеристикам) для решаемой задачи. Имеются также кристаллы DKDP, CDA, DCDA, LBO, которые выращиваются достаточно больших размеров и используются в лазерных комплексах для ЛТС. Только по тексту работы, отдельным приводимым параметрам можно согласиться, что выбранный кристалл наиболее оптимален.
2. В положениях, выносимых на защиту, дается общее определение всех особенностей характеристик, без уточнения, к какому нелинейному кристаллу это относится. Может сложиться впечатление, что все положения справедливы для всех типов кристаллов – как одноосных, так и двухосных. На самом деле все ограничено исследованиями кристалла, оптимального для решения поставленной задачи, т.е. KDP. Обобщение полученных результатов на различные типы кристаллов требует дальнейшие исследования.
3. В положениях, выносимых на защиту, определено, что сравнение ширины перестроечной по углу характеристики проводится с

- «классическим значением». Но что под этим понимается, не раскрывается.
4. Вопрос о полноте вкладе векторного синхронизма в формирование пространственных характеристик при столь большой спектральной ширине является открытым, и может выступать в качестве предположения, а не утверждения. Это требует дополнительных теоретических исследований.
 5. Недостаточно корректно дается неоднократно определение, что выигрыш по эффективности преобразования по сравнению с ранее проведенными исследованиями В.Д. Волосова с соавторами и др. публикациями, получен при более высоких значениях энергии излучения. Немаловажным фактором было также уменьшение длительности импульса (до 2,5 нс), что способствовало увеличению плотности мощности.
 6. Нет описания модели, использованной для проведения расчетов, которые были определены в целях и задачах работы.
 7. В разделе автореферата «Достоверность результатов» дается определение только для части проведенных исследований, по интерференционным свойствам излучения.

Отмеченные недостатки не снижают практической ценности работы, дают важную информацию как для текущего практического применения, так и определения путей дальнейшего развития с целью получения требуемых параметров излучения.

Заключение.

Диссертация выполнена автором самостоятельно на высоком научном уровне. Результаты работы были опубликованы в 3 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, и представлены на 9 конференциях. Автореферат и опубликованные работы отражают основное содержание диссертации.

Диссертационная работа соответствует паспорту и отвечает требованиям ВАК РФ.

Таким образом, диссертация Саакяна Артёма Тиграновича, на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи исследования и оптимизации преобразователей частоты разных типов взаимодействия излучения с высокой интенсивностью и большой расходимостью и шириной спектра, имеющей существенное значение для создания лазерных комплексов решения задач исследования взаимодействия излучения с веществом, что соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 - «Лазерная физика».

Официальный оппонент

Гречин Сергей Гаврилович,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник научно-учебного комплекса
«Фундаментальные науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Технический Университет имени Н.Э. Баумана» (МГТУ им. Н.Э. Баумана), 105005 Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

Тел. +7 (499) 263 63 91, e-mail: bauman@bmstu.ru

Подпись Гречина Сергея Гавриловича заверяю.

Первый проректор – проректор по научной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана


«25» 05 2015 г.



Зимин В.Н.

Список публикаций официального оппонента Гречина Сергея Гавриловича, опубликованных за последние пять лет по теме диссертации Саакяна Артёма Тиграновича «Генерация второй гармоники излучения лазера на неодимовом стекле с большой угловой и спектральной шириной», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.21 – «Лазерная физика».

1. Chao Z.W., An Y.H., Andreev Yu.M., Grechin S.G., Lanskii G.V. Simulation of thermo-optic coupling in the thermally anisotropic gallium selenide crystal for second harmonic generation. *Laser Physics Letters*, 2014, v.11, N7, p.075402
2. Arapov Yu.D., Dyakov V.A., Grechin S.G., Kasyanov I.V. The influence of thermal deformation processes on frequency conversion in an LBO crystal. *Laser Physics Letters*, 2014, v.11, N12, p.125402
3. Гречин С.Г., Николаев П.П., Шарандин Е.А. Функциональные возможности формирования распределений инверсной населенности в квантронах с поперечной диодной накачкой. *Квантовая электроника*, 2014, т.44, N10, с.912.
4. Arapov Yu.D., Berezin A.V., Bochkov A.V., Grechin S.G., Isaev A.V., Ivanov A.F., Kasyanov I.V., Kolegov A.V., Lukin A.V. Periodical double frequency YAG:Nd laser for pumping parametric amplifier. *Proceedings – 2014 International Conference Laser Optics, LO 2014, R1-02*, p.6.
5. Arapov Yu.D., Grechin S.G., Kasyanov I.V. Thermo-Optical properties of LBO crystal for angular non-critical phase matching for second harmonic generation along X-axis. *Proceedings – 2014 International Conference Laser Optics, LO 2014, R8-p10*, p.227.
6. Гречин С.Г., Николаев П.П., Охримчук А.Г. Спектральный метод расчета распространения лазерного излучения в двухосных кристаллах с учетом разориентации собственных поляризаций. *Квантовая электроника*, 2014, т.44, N1, с.34.
7. Okhrimchuk A.G., Grechin S.G., Kokh A.E., Mezentsev V. Antisymmetric distribution of permanent refractive index change in β -BaB₂O₄ crystal under

- exposure of femtosecond pulses. MATEC Web of Conference, 2013, v.8, p.02003.
8. Гречин С.Г., Дмитриев В. Г., Чиркин. А. С. Прикладная нелинейная оптика в журнале «Квантовая электроника». Квантовая электроника, 2011, т.41, N12, с.1061.
9. Гречин С.Г. Угловые ширины синхронизма в двухосных нелинейных кристаллах преобразователей частоты. Квантовая электроника, 2010, т.40, N9, с.822.
10. Гречин С.Г., Зуев А.В., Кох А.Е., Моисеев Н. В., Попов П.А., Сидоров А.А., Фокин А.С. Теплофизические параметры кристалла LBO. Квантовая электроника, 2010, т.40, N6, с.509.

Официальный оппонент

Гречин Сергей Гаврилович,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник научно-учебного комплекса
«Фундаментальные науки» МГТУ им. Н.Э. Баумана



Подпись Гречина Сергея Гавриловича заверяю.

Первый проректор – проректор по научной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана



Зимин В.Н.

2015 г.