

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Национального исследовательского
Томского государственного университета,
доктор физико-математических наук

Иван Варфоломеевич

« 14 » сентября 2018 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Ткаченко Виктора Александровича
“Переходные процессы при параметрическом взаимодействии встречных волн”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Работа посвящена исследованию временных особенностей и изменения амплитуды параметрически взаимодействующих противораспространяющихся (встречных) волн.

Актуальность работы. В настоящее время большое внимание исследователей уделяется разработке оптических метаматериалов, в частности метаматериалов, обладающих отрицательным показателем преломления. Польза таких материалов заключается в возможности создания суперлинз с разрешением, превышающим дифракционный предел и беспрецедентного управления световыми потоками, например, эффект невидимости. Кроме этого, противоположная направленность волнового вектора и вектора Пойтнинга волны в такой среде, обусловленная отрицательной рефракцией, позволяет естественным образом достичь фазового синхронизма для параметрического взаимодействия волн, распространяющихся навстречу друг другу.

Параметрическое взаимодействие встречных волн отличается от хорошо изученного случая взаимодействия волн, распространяющихся в одном направлении, аномально большой эффективностью преобразования энергии. Практически полное преобразование в отсутствие потерь может быть достигнуто при умеренных характеристиках среды и поля. Таким образом, явление параметрического взаимодействия встречных волн обладает большим потенциалом и открывает возможность создания беззеркального параметрического генератора света. Кроме того, благодаря параметрическому усилению может быть компенсировано отрицательное влияние высоких потерь, характерных для оптических метаматериалов, что является одной из главных проблем в этой области.

Однако параметрическое взаимодействие встречных волн характеризуется также временными особенностями, несвойственными для

случая попутных волн. Обнаруживаются длительные переходные процессы, которые будут влиять на работу устройств. Эти процессы были обнаружены ранее, однако детально не были исследованы. **Цель работы** Ткаченко В. А. состоит в теоретических исследованиях переходных процессов при параметрическом взаимодействии встречных волн и выявлении их закономерностей.

Отметим, что параметрическое взаимодействие встречных волн возможно не только в средах с отрицательной дисперсией, но может быть реализовано и в схеме вынужденного комбинационного рассеяния в кристаллах, вынужденного рассеяния Мандельштамма-Бриллюена, а также в средах с периодически пространственно модулированной нелинейной восприимчивостью. Поэтому исследуемые в данной диссертационной работе процессы являются свойственными для процессов параметрического смещения волн различной природы. Сказанное выше обосновывает **актуальность** выполненных исследований и их **научную и практическую значимость**.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. Объём текста составляет 99 страниц, включающих 33 рисунка. Объём списка литературы 12 страниц, содержащих 109 наименований.

Первая глава диссертации представляет литературный обзор. В обзоре освещаются ранее проведённые исследования взаимодействия встречных волн, способы достижения синхронизма для его осуществления. Особо делается акцент на проблеме разработки оптических метаматериалов, как наиболее подходящих сред для осуществления такого взаимодействия.

Во **второй главе** описывается модель, используемая в работе. Приводится вывод системы укороченных уравнений для взаимодействия встречных волн в среде с учётом пространственной дисперсии, что позволяет описать взаимодействие в среде с отрицательной рефракцией. Такой подход используется впервые.

На основе полученных уравнений во второй главе приводится численное решение одномерной задачи трёхволнового взаимодействия в квазистационарном случае (случай полубесконечной волны) в приближении заданной волны накачки. Рассмотрены закономерности, возникающие в таком режиме.

В **третьей главе** описываются результаты решения системы уравнений, полученные для задачи трёхволнового взаимодействия в условиях истощения накачки. Также в ней содержится анализ особенностей данного режима.

В **четвёртой главе** приводятся результаты, полученные в импульсном режиме при различной длительности импульсов, даётся сравнительный

анализ этих результатов с экспериментальными данными, полученными другими авторами.

Наиболее значимые результаты. К одному из наиболее значимых результатов работы относится аппроксимация временного поведения амплитуды усиливаемого сигнала на выходе из среды при параметрическом трёхволновом взаимодействии встречных волн. При этом автор чётко определил границы применения этой аппроксимации, выделив ранний этап, на котором она неприменима и нелинейную область значения параметров, где она кардинально меняет вид.

Кроме этого была показана резкая разница между линейной и нелинейной областью значений параметров энергии накачки. Выявлены особенности режимов пренебрежимо малого и значительного истощения накачки и зависимость положения границы между ними от различных условий (поглощение, фазовое рассогласование).

В последней главе детально исследованы закономерности искажения коротких импульсов при взаимодействии встречных волн. Результаты исследования были применены для интерпретации экспериментальных данных.

Имеется несколько **вопросов и замечаний** к содержанию работы и изложению материала.

1. Раздел “Оглавление” содержит ошибку. Ссылка на список литературы на страницу 87 является ссылкой на заключение.
2. Результаты, данные в первом абзаце пункта 3.2.3. и отображенные на рисунке 3.6, вызывают ряд вопросов, но фактически никак не расшифровываются. Согласно этим результатам эффективность преобразования не зависит от величины фазового рассогласования, а значит, эффективное преобразование происходит на всех частотах. Фактически такой процесс перестаёт быть селективным по частоте, а значит, не может быть исследован в рамках используемой модели, подразумевающей взаимодействие только трёх рабочих частот.
3. На странице 55 даётся уточнение о том, что нелинейный режим характеризуется самовозбуждением, обусловленным постоянным наличием в среде шумового сигнала. Однако граничные условия задачи, используемые в этой главе, не отвечают описанным требованиям. Фактически постоянному присутствию шума соответствуют граничные условия параметрического генератора, описанные на странице 39.
4. В диссертации приводятся аппроксимации некоторых зависимостей, полученных численным путём, например аппроксимация позднего этапа процесса 2.5.4., однако нигде не приводится оценка точности аппроксимации.

5. В тексте диссертации встречается неудачный термин «неистошимаа накачка», который означает заданную накачку.

Отмеченные недостатки и сделанные замечания не затрагивают основных результатов работы. Диссертация выполнена на высоком научном уровне и представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, вносящую заметный вклад в развитие актуального научного направления, связанного с исследованием нелинейных оптических преобразований.

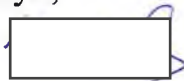
Автореферат и публикации по теме диссертации полностью отражают её содержание.

Диссертация отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Ткаченко Виктор Александрович – заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Отзыв рассмотрен и одобрен на научном семинаре лаборатории органической электроники СФТИ ТГУ (протокол № 12 от 15 сентября 2018г).

Отзыв составил:

Заведующий лаб. органической
электроники СФТИ ТГУ
доктор физико-математических наук,
профессор



Копылова Татьяна Николаевна

Копылова Татьяна Николаевна
доктор физико-математических наук, профессор,
Зав. лабораторией органической электроники
Сибирского физико-технического института
имени академика В.Д. Кузнецова Томского государственного университета
Адрес: Российская Федерация, 634050, г. Томск, пл. Новособорная, 1
Официальный сайт: <http://spti.tsu.ru>
Телефон: (3822) 533-577, Факс: (3822) 533-034, e-mail: mail@spti.tsu.ru

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Национальный исследовательский
Томский государственный университет»
Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Телефон: (3822) 52-98-52

Адрес электронной почты: rector@tsu.ru

Адрес сайта: www.tsu.ru



Т.Н. Копыловой
уверено
Тгу

Сведения о ведущей организации
по диссертации Ткаченко Виктора Александровича
«Переходные процессы при параметрическом взаимодействии встречных волн»
по специальности 01.04.05 – Оптика
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

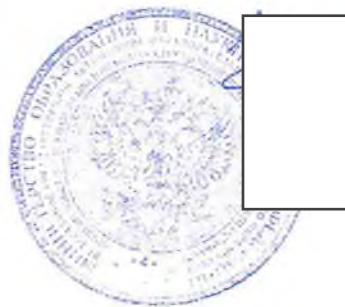
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томский государственный университет, НИ ТГУ, ТГУ
Место нахождения организации	Российская Федерация, Томская область, г. Томск
Почтовый индекс, адрес	634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Телефон	(3822) 52-98-52
Адрес электронной почты	rector@tsu.ru
Адрес официального сайта	http://www.tsu.ru
Список основных публикаций работников ведущей организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций)	
1.	Nikonova E. N. Increase in the Lasing Efficiency of Thin-Film Lasers Based on 1,4-Distyrylbenzene / E. N. Nikonova, E. N. Tel'minov, T. N. Kopylova, T. A. Solodova, S. Yu. Nikonov, I. L. Lapina, A. E. Kurtsevich / Russian Physics Journal. – 2018. – Vol. 60, № 11. – P. 2036–2039. – DOI 10.1007/s11182-018-1321-x. (<i>Web of Science</i>).
2.	Kopylova T. N. Phenalemine 512 lasing in thermosetting polymers / T. N. Kopylova, E. N. Telminov, D. S. Tabakaev, R. M. Gadirov, E. N. Nikonova, T. A. Solodova, O. I. Sidorov, E. V. Yurtov, A. G. Muradova, M. P. Zaitseva // Russian Physics Journal. – 2017. – Vol. 59, is. 10. – P. 1599–1603. – DOI: 10.1007/s11182-017-0950-9. (<i>Web of Science</i>).
3.	Shelkovnikov V. V. Lasing of a solid-state active element based on anodized aluminum oxide film doped with Rhodamine 6G / V. V. Shelkovnikov, G. A. Lyubas, S. V. Korotaev, T. N. Kopylova, E. N. Tel'minov, R. M. Gadirov, E. N. Nikonova, S. Yu. Nikonov, T. A. Solodova, V. A. Novikov // Russian Physics Journal. – 2017. – Vol. 59, is. 12. – P. 1989–1995. – DOI: 10.1007/s11182-017-1005-y. (<i>Web of Science</i>).
4.	Копылова Т. Н. Перестраиваемый твердотельный лазер на красителях Хромен-3 и РМ-567 / Т. Н. Копылова, Е. Н. Тельминов, Т. А. Солодова, Е. Н. Никонова, Д. С. Табакаев // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т. 58, № 8/2. – С. 262–264.
5.	Minaev B. F. Computational and Experimental Investigation of the Optical Properties of the Chromene Dyes / B. F. Minaev, R. R. Valiev, E. N. Nikonova, R. M. Gadirov, T. A. Solodova, T. N. Kopylova, E. N. Tel'minov // Journal of Physical Chemistry A. – 2015. – Vol. 119. – P. 1948–1956. – DOI: 10.1021/acs.jpca.5b00394. (<i>Web of Science</i>).
6.	Valiev R. R. Theoretical and experimental investigation of photophysical properties of Zn(DFP SAMQ)2 / R. R. Valiev, E. N. Telminov, T. A. Solodova, E. N. Ponyavina, R. M. Gadirov, M. G. Kaplunov, T. N. Kopylova // Spectrochimica Acta – Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2014. – Vol. 128. – P. 137–140. – DOI: 10.1016/j.saa.2014.02.157. (<i>Web of Science</i>).

- | | |
|----|---|
| 7. | Kuznetsova R. T. Lasing characteristics of difluoroborates of 2,2'-dipyrromethene derivatives in solid matrices / R. T. Kuznetsova, Yu. V. Aksenova, T. A. Solodova, T. N. Kopylova, E. N. Tel'minov, G. V. Mayer, M. B. Berezin, E. V. Antina, S. L. Burkova, A. S. Semeikin // Quantum Electronics. – 2014. – Vol. 44, is. 3. – P. 206–212. – DOI: 10.1070/QE2014v044n03ABEH015252. (<i>Web of Science</i>). |
| 8. | Kopylova T. N. Spontaneous and Stimulated Emissions of Copolyfluorenes during Photo- and Electro-Excitation / T. N. Kopylova, R. M. Gadirov, K. M. Degtyarenko, E. N. Tel'minov, T. A. Solodova, E. N. Ponyavina, S. Yu. Nikonov, G. I. Nosova, N. A. Solovskaya, I. A. Berezin, D. M. Il'gach, A. V. Yakimansky // Polymer Science. Series B. – 2014. – Vol. 56, № 4. – P. 399–413. – DOI: 10.1134/S1560090414040046. (<i>Web of Science</i>). |

Верно

Проректор по научной работе

25.06.2018



И. В. Ивонин